



NARAVNE NESREČE

V SLOVENIJI

Sprejeto na seji razreda za prirodoslovne vede
Slovenske akademije znanosti in umetnosti
dne 17. 11. 1983

Fotografije in oblikovanje naslovne strani: M. Orožen Adamič
Risanje in reprodukcija grafičnih prilog: Maruša Rupert in Vlado Vivod
Za vsebino odgovarjajo avtorji sami
Po odločbi Republiškega sekretariata za kulturo in prosveto je tisk te publikacije
oproščen davka
Tisk: Partizanska knjiga, Ljubljana 1983

NARAVNE NESREČE V SLOVENIJI
KOT NAŠA OGROŽENOST
NATURAL DISASTERS IN SLOVENIA
AS A THREAT

Uredil
I v a n G a m s

(tehnična pomoč: Milan Orožen Adamič)



Izdal: Geografski inštitut Antona Melika Znanstvenoraziskovalnega centra
Slovenske akademije znanosti in umetnosti

Založila Slovenska akademija znanosti in umetnosti v Ljubljani

Natisk tega zbornika so finančno omogočili Predsedstvo SAZU, Republiški štab za civilno
zaščito Republiškega sekretariata za ljudsko obrambo, Raziskovalna skupnost Slovenije
in Seizmološki zavod SRS.

Ljubljana 1983

PREDGOVOR

Ta knjiga je zbornik posveta o ogroženosti slovenske zemlje zaradi naravnih nesreč, ki je bil 14. oktobra 1983 v prostorih Slovenske akademije znanosti in umetnosti v Ljubljani. Organiziral ga je Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU v sodelovanju z ljubljanskimi ustanovami, iz katerih so prišli referenti. Te ustanove so: Seizmološki zavod SRS, Hidrometeorološki zavod SRS, Oddelek za geografijo FF univerze E. Kardelja, Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij, VTOZD Gozdarstvo Biotehnične fakultete, Elektrotehnični inštitut »Milan Vidmar«. Organizacijo je izvedel pripravljalni odbor, v katerem je deloval kot tehnični vodja mag. Milan Orožen-Adamič in podpisani kot predsednik, pomagali pa so domala vsi člani GIAM ZRC SAZU.

Posvet se je organizacijsko in tematsko navezoval na zvezni simpozij o metodologiji geografskega proučevanja naravnih nesreč, ki ga je v tem času organizirala Katedra za fizično geografijo Oddelka za geografijo FF univerze E. Kardelja v Ljubljani. Zdaj, ko oddajamo gradivo posveta v tisk, že imamo v rokah zbornik tega simpozija (»Naravne nesreče v Jugoslaviji s posebnim ozirom na metodologijo geografskega proučevanja«, Ljubljana 1983). Upamo, da bo tudi ta zbornik prispeval k poglobljenemu proučevanju in razširjanju znanja o naravnih nesrečah, kar stopa v razvitih a od naravnih nesreč ogroženih deželah vedno bolj v ospredje.

Od posveta smo pričakovali, da nam bo predstavil naravne nesreče v Sloveniji v zelo široki luči, tako da bi spoznali izredno močne naravne procese, njihove jakosti in pogostosti, razprostranjenost, ozemlje, ki je ogroženo z vso kapaciteto in kaj je v njem ranljivega, kako je človek prilagojen na ogroženo okolje, kaj je odprtega v znanosti in praksi, na kakšni ravni je družbena zavest o ogroženosti in pripravljenost na bodoče nesreče. Tako širok program ni mogel biti v celoti izpolnjen, ker za to pač manjka potrebnega znanja. Pomeni obenem program za nadaljnje raziskovanje. Ne glede na to predstavlja ta knjiga doslej najpopolnejši pregled naravnih nesreč v Sloveniji.

Če bo ob bodočih naravnih nesrečah zaradi znanja, ki ga posreduje ta knjiga, ostala cela ena stavba več ali živa ena oseba več, bo poplačan trud s pripravo posveta in zbornika. Njegov uspeh pa bo v veliki meri odvisen od tega, ali bodo po tej knjigi segali ljudje, ki jim je zbornik namenjen, to je prebivalci ogroženih krajev, ki jih je v SR Sloveniji mnogo več kot navadno mislimo.

V svetu sta glede učinka naravnih nesreč dva trenda. V nerazvitih deželah raste predvsem število žrtev, v razvitih pa gmotna škoda. Da bi to zmanjšali, poteka v nekaterih razvitih državah in v okviru mednarodnih organizacij masovno osveščanje ljudi o vseh vidikih naravnih nesreč. S tem zbornikom se Slovenci pridružujemo temu svetovnemu razvoju, v dobro naših ljudi in naše imovine.

Ivan Gams

S u m m a r y

Preface to the book entitled Natural disasters in Slovenia as a threat Ivan Gams

Here are proceedings of the symposium on the threatened environment in Slovenia (NW republic of Yugoslavia) by the natural disasters, held at 14th October 1983 in the Slovene Academy of Sciences and Arts in Ljubljana. The symposium was organized by its Geographical Institute in cooperation with all the institutions also publishing here their contributions.

The aim of the symposium was to give the first review of the stage in the research of disasters in Slovenia, of the open problems in it, to stimulate the further research and, especially, to spread the knowledge on the natural disasters among the people. The research done till now in Slovenia is mostly deficient as regards the capacity and vulnerability of the threatened land and people's perception of disasters.

POZDRAVNI NAGOVORI NA POSVETU O OGROŽENOSTI SLOVENSKE ZEMLJE ZARADI NARAVNIH NESREČ 14. OKTOBRA 1983

Akademik dr. Janez Milčinski, predsednik Slovenske akademije znanosti in umetnosti:

Pred štirimi dnevi sem se vrnil iz obnovljenega Longarona, kjer so si bili ob dnevu solidarnosti segli v roke predstavniki vojaških, civilno-zaščitnih, državnih sil in prostovoljnih skupin, ki so pred dvajsetimi leti, natanko po usodnem 9. oktobru prihiteli od blizu in daleč na pomoč. To noč je čez 276 metrov visoki Vajontski jez, takrat menda najvišji na svetu, pljusnil v dolino sto metrov visoki val in odplaknil Longarone, Pirago in še druge kraje, spremenil dolino Piave v grozljivo puščavo blata in kamenja, ter v minuti ugasnil 2000 življenj.

Po spominski slovesnosti, na poti domov, sem se ustavil nad Vajontskim jezom. Spet sem doživel grenko občudovanje človekove iznajdljivosti, znanja in tehnike, pa hkrati ponižno spoštovanje naravnih sil, ki so v trenutku izničile ta vrhunski dosežek človekovih prizadevanj. Prav takšne občutke sem doživel v Skopju, to poletje, ob dvajsetletnici potresa, po številu smrtnih žrtev druge največje evropske katastrofe povojnega časa, ob spomenu na poletne dni pred dvajsetimi leti, ki smo jih preživeli med ruševinami, v ozračju strahu, obupa, pa tudi pogumne požrtovalnosti in ob veličastni solidarnostni pomoči vsega sveta.

Obakrat se mi je vsiljevalo vprašanje: ali morajo res priti nad ljudi takšne in podobne hude nadloge, da pozabijo na lastne drobne skrbi in koristi, da se zblížajo in se zavedo pripadnosti veliki človeški družini, ki naj bi v uglašnem sožitju in razumevanju delila dobro in zlo.

Današnji posvet — kot tudi mnogi podobni pred njim — kaže, da smo se iz nesreč, ki — danes tam, jutri tu — udarijo po ljudeh, njihovih bivališčih in deloviščih, vendar nekaj naučili: namesto, da bi zapirali oči pred nadmočnimi naravnimi silami in slepi upali, da nam bodo prizanesle, smo se obrnili k znanosti, ki naj pomaga, kadar je to sploh mogoče, odkriti nevarnosti in preprečiti ali vsaj zmanjšati škodo na ljudeh in imetju. Naučili smo se tudi, da je za takšna prizadevanja, če hočemo, da bodo uspešna, treba povezanega in usklajenega sodelovanja mnogih strok in strokovnjakov, prek meja republik in prek državnih meja. Tudi tega se zavedamo, da izkušnje enega samega, pa čeprav še tako izkušnena strokovnjaka, ne morejo pokriti vsakršnih katastrofalnih okoliščin, da je nasploh eno človeško življenje mnogo prekratko, da bi se v njem nabrala in zbrala vsa modrost, ki jo potrebujemo ob takšnih hudih nadlogah. Da je, skratka, treba te izkušnje od raznih ljudi in iz raznih dežel zbrati in urejati, če hočemo iz njih izluščiti tiste skupne imenovalce, ki — še zmeraj ne brez izjem — nastopajo kolikor toliko praviloma pri raznih vrstah naravnih in drugih množičnih nesreč, kjerkoli na svetu. Ta in ona katastrofa ali naravna nesreča sta si

lahko podobni, enaki pa nikdar. Izkušnje iz raznih, tudi oddaljenih časov in raznih ljudi iz raznih delov sveta nas spominjajo na neke, za nas nove in nepričakovane okoliščine in z njimi zvezane naloge in nam jih pomagajo reševati.

Kalupa, šablone, za vsakršen primer pa ni. Na novem prizorišču naravne katastrofe ali množične nesreče se bomo vsakokrat srečali z novimi nalogami in — z novimi zaprekami. Treba jih bo rešiti ali obiti, ne po receptu, marveč ustvarjalno, z novimi prijemi in rešitvami. Tisti, ki ima več izkušenj, lastnih in tujih, bo lažje našel nov, morebiti prvič uporabljen ukrep, ki bo prispeval k reševanju človeških življenj in imetja, pa tudi k pomiritvi ljudi, preživelih, toda prizadetih z nesrečo.

Na tem posvetu smo zbrani tisti, ki ne zapiramo oči pred prihodnjimi katastrofami in naravnimi nesrečami. Kakorkoli si že želimo, da takšnih ne bi bilo, vendar dobro vemo, da bodo, pri nas in drugje, danes, jutri ali čez leto. Še to, da jih bo lažje preživeti in preboleti, če bomo nanje pripravljeni, in toliko lažje, če bomo vedeli, da v njih ne bomo sami, marveč da lahko vselej računamo na pomoč in sodelovanje strokovnjakov in služb iz drugih dežel. Tako, kot smo tudi mi vedno pripravljeni njim pomagati z neposredno pomočjo, kakor tudi s svojimi izkušnjami.

S to mislijo pozdravljam vaš posvet v imenu Slovenske akademije znanosti in umetnosti in v lastnem imenu, kot eden med premnogimi katastrofnimi delavci, in želim vašemu posvetu, in vam, drage tovarišice, dragi tovariši, vsakemu posebej, posvetu uspeh, vam osebno pa tisto neprecenljivo zadovoljstvo, ki ga daje zavest, da smo kot človek do človeka izpolnili svojo človeško dolžnost.

Martin Košir, republiški sekretar za ljudsko obrambo:

Vse skupaj lepo pozdravljam in vam v imenu Izvršnega sveta Skupščine SR Slovenije in v svojem imenu želim uspešno delo.

Tema današnjega posvetovanja je izredno aktualna. Obravnava vprašanja, ki jim v času in razmerah, v katerih živimo, moramo posvečati ustrezno pozornost. Posvetovanje je tudi samo po sebi pomembno, saj je rezultat prizadevanj, da bi tudi na tem področju bolj uspešno kot doslej strnili znanstveno-raziskovalne, strokovne in druge moči ter povečali učinkovitost varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami, ki je dolgoročni interes naše družbene skupnosti.

Človeštvo že od nekdaj ogrožajo številne naravne in druge nesreče. Z uporabo sodobnih znanstvenih spoznanj in dosežkov ter ob vse večjih gmotnih možnostih mu je uspelo mnoge nesreče preprečiti ali vsaj ublažiti njihove posledice. Toda urbanizacija, industrializacija in tehnološki razvoj prinašajo nove in nove nevarnosti, ki ogrožajo človeška življenja, gmotne in druge dobrine ter naravno okolje. Tudi vojna ostaja ob pospešeni oboroževalni tekmi, zlasti med blokoma, ter številnih na novo porajajočih se konfliktih v mednarodnih odnosih in vojnih žariščih, realna nevarnost sodobnega sveta. Vse te nevarnosti stalno potencialno ogrožajo tudi Slovenijo in vso državo.

V skladu s temeljnimi vrednotami političnega sistema socialističnega samoupravljanja, namenjamo v naši družbi problematiki varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami vse večjo pozornost. Načrtnejše aktivnosti na tem področju je še posebno spodbudila republiška skupščina z usmeritvami in sklepi, ki jih je glede nadaljnje krepitve družbene organiziranosti in pripravljenosti za varstvo pred nesrečami sprejela 1979. in 1982. leta. Z njimi je zavezala vse družbene subjekte za hitrejše podružbljanje vseh oblik varstva pred nesrečami ter za zagotavljanje skladnega razvoja vseh delov enotnega sistema organizacije, nalog in odgovornosti za primer naravnih in drugih nesreč.

V zadnjih letih se je ob okrepljenih družbenih prizadevanjih nedvomno izboljšala raven organiziranosti in pripravljenosti družbe za obvladovanje naravnih in drugih nesreč. Tako smo v precejšnji meri izpopolnili normativno-pravno osnovo enotnega sistema organizacije, nalog in odgovornosti za primer naravnih in drugih nesreč; zaščitni ukrepi se celoviteje kot kdajkoli poprej upoštevajo pri planiranju razvoja družbenih in gospodarskih dejavnosti oziroma celotne družbene reprodukcije; uspešno razvijamo in v praksi uveljavljamo sistem splošne ljudske obrambe in družbene samozaščite in v okviru tega civilno zaščito, katere poglaviti namen je zaščita in reševanje prebivalstva, materialnih, kulturnih in drugih dobrin; v družbenopolitičnih skupnostih so postavljeni temelji organizirane službe za opazovanje in obveščanje; uspešno uresničujemo programe razvoja zvez; občutno smo izboljšali materialne možnosti za oskrbo ogroženega prebivalstva v primeru naravnih in drugih nesreč; ne smemo prezreti tudi rezultatov, ki smo jih v naši republiki in v celotni jugoslovanski skupnosti dosegli pri razvijanju in uveljavljanju socialistične solidarnosti. Sistem solidarnosti, ki smo ga razvili za odpravljanje posledic naravnih nesreč, je zelo uspešno deloval ob vseh dosedanjih množičnih nesrečah, kot na primer ob potresih v Skopju, na Kozjanskem, v Posočju, Bosanski Krajini, Črni gori in drugod. Zato moramo tudi v prihodnje za največjo odgovornostjo negovati in razvijati solidarnostno začet in pripravljenost delovnih ljudi in občanov.

Kljub pomembnim rezultatom, ki smo jih dosegli na tem področju, pa s stanjem družbene organiziranosti in pripravljenosti za varstvo pred nesrečami ne moremo biti zadovoljni. Poplave, požari in nekatere druge nesreče nas nenehno opozarjajo na slabosti pri družbeno samozaščitnem delovanju delovnih ljudi in občanov, na resne pomanjkljivosti pri uveljavljanju sprejetih sistemskih in drugih rešitev varstva pred nesrečami.

Posebno slabo smo organizirani za pravočasno odkrivanje in obveščanje o nevarnostih nesreč; mnogo premalo storimo tudi za učinkovitejše preprečevanje nesreč oziroma zmanjševanje njihovih posledic. Ob tem pa je treba poudariti, da pomanjkanje denarja ni in ne more biti vedno sprejemljiv izgovor, da ne ukrepamo preventivno, saj v mnogih primerih za ta namen sploh niso potrebna znatnejša finančna sredstva.

Za uspešno izvajanje preventivnih in vseh drugih oblik varstva pred nesrečami je potrebno temeljito poznavanje vzrokov, pojavnih oblik in možnih posledic nesreč. Žal moramo ugotoviti, da še ni zadovoljivega poznavanja nesreč, ki potencialno ogrožajo naše kraje. Za mnoge nesreče nimamo izdelanih niti ustreznih ocen ogroženosti, ki naj bi bile podlaga za načrtno usmerjanje preventivnih dejavnosti, za prostorsko planiranje, za osveščanje in usposabljanje za zaščito in reševanje, za operativno načrtovanje zaščitnih in reševalnih akcij itd. Razumljivo je, da v takšnih razmerah ni mogoče zagotoviti časa in potrebam primere kakovosti priprav za obrambo in zaščito pred nesrečami.

Takšno stanje moramo čimprej preseči. Pri tem pa je nujno zagotoviti tvornejše in dolgoročno sodelovanje znanstveno-raziskovalnih in raznih strokovnih institucij. Eno temeljnih načel naše zasnove splošne ljudske obrambe in družbene samozaščite je, da se interesi obrambe in zaščite uresničujejo kot sestavni, neločljivi del vsake mimodobne dejavnosti vseh nosilcev družbenopolitičnega in družbenogospodarskega sistema. V tem je tudi moč in učinkovitost obrambnih in samozaščitnih priprav in delovanja. To velja tudi za znanstveno-raziskovalno delo. Mislim, da so tudi dosežki raziskovalnega dela oziroma njegovi rezultati nepopolni, če tega interesa ne upoštevajo, če ni vgrajen v vseh temeljnih in aplikativnih raziskavah. Žal danes na nekaterih področjih še vedno naletimo na navado, da sta obramba in zaščita predmet raziskovanja samo, če je to naročeno in seveda posebno plačano.

Prepričan sem, da bodo zgledom Geografskega inštituta Znanstveno-raziskovalnega centra Slovenske akademije znanosti in umetnosti ter drugim raziskovalnim in strokovnim institucijam, ki obravnavajo varstvo pred nesrečami kot trajno sestavino svoje dejavnosti, sledili tudi drugi in s tem prispevali svoj delež k zmanjšanju ogroženosti slovenske zemlje po naravnih in drugih nesrečah.

Dr. Mitja Župančič, direktor ZRC SAZU:

Dovolite, da vas pozdravim v imenu Znanstvenoraziskovalnega centra Slovenske akademije znanosti in umetnosti, katerega del je tudi Geografski inštitut Antona Melika, ki je organizator oziroma prireditelj današnjega posveta o ogroženosti slovenske zemlje od naravnih nesreč, ob sodelovanju drugih ustanov.

Znanstvenoraziskovalni center Slovenske akademije znanosti in umetnosti je glede na organiziranost mlada delovna organizacija, ki ima okoli 150 delavcev, od tega 34 doktorjev in 17 magistrov znanosti, okoli 15 raziskovalcev pa pripravlja doktorat ali magisterij. Prireditelj, Geografski inštitut Antona Melika, ima 9 delavcev, od tega je 5 raziskovalcev, in sicer 2 doktorja in 2 magistra znanosti.

Zadovoljni in veseli smo, da ste se raziskovalci z različnih področij in strok danes prvič sestali, da bi pričeli organizirano, še bolj načrtno in kar se da strokovno a znanstveno poglobljeno, iz vseh možnih vidikov ved, proučevati naravne nesreče. Vaše delo je pomembno zlasti za prizadeto prebivalstvo; toda ne samo zanj; pomembno je za celotno našo družbeno skupnost. Iz vaših prispevkov veje utemeljeno spoznanje, da živimo na območju, kjer so dovolj pogoste naravne nesreče, kot npr.: potresi, zemeljski in snežni plazovi, gozdni požari, rečne poplave, toča, pozebe, žled, suše in drugo. Če bodo vaša prizadevanja, danes in v prihodnosti, z resnim in sistematičnim delom in predvsem z rezultati raziskovalnega dela, omogočila zmanjšati ali celo preprečiti škode, ki jih povzročajo te nesreče, boste prihranili ogromno gorja in preprečili materialno škodo prizadetim, posredno in neposredno pa naši družbi.

S temi mislimi in željami Vam želim plodno delo, ki naj bi v prihodnje prineslo ustrezne rezultate.

Akademik prof. dr. Svetozar Ilešič:

Stejem za potrebno, da posvet o ogroženosti slovenske zemlje po naravnih nesrečah, ki ga je organiziral Geografski inštitut Antona Melika v okviru ZRC pri SAZU v Ljubljani, poleg drugih tovarišev pozdravim še jaz kot dolgoletni sodelavec inštituta, do pred dvema letoma njegov upravnik ter ne nazadnje kot dolgoletni sousmerjevalec raziskovalnega dela slovenske geografije. Želel bi poudariti, da spada preučevanje naravnih nesreč in njihovih posledic v okolju med eminentne in tradicionalne naloge geografskih raziskovanj in sodelovanja s sorodnimi raziskovalnimi smermi. To pač zato, ker spadajo naravne nesreče med tiste negativne elemente geografskega okolja, ki stalno ovirajo borbo človeške družbe s tem okoljem, ta borba pa sodi sama po sebi k temeljnim predmetom geografskih preučevanj. To velja tudi za geografsko okolje v celoti z njegovimi pozitivnimi stranmi, ki jih družba lahko koristno izrabi ali jih prilagodi svojim potrebam, kakor tudi z negativnimi, ki jih skuša premagati ali izboljšati. Te negativne in pozitivne strani, ne glede na to, ali so dane po naravi ali pa ustvarjene ali preoblikovane po človeku, tako v njihovem vplivanju v isti smeri ali v njihovi medsebojni borbi, so od nekdaj osrednji predmet geografskih razlavljanj. Tega se je dobro zavedal ustanovitelj inštituta, ki se po njem imenuje, pokojni akad. Anton Melik, ki je zato tudi negativnemu vplivu naravnih nesreč prisodil že v prvih letih delu inštituta ustrezno vlogo. Kako je borba družbe z negotovostmi in nevarnostmi prirodnega okolja težka, polna tveganj in negotovosti, nas je danes v svojih pozdravnih besedah opozoril že tov. predsednik SAZU, opirajoč se na prepričevalne izkušnje longaronske katastrofe v severni Italiji leta 1969, ko se je najbolje pokazalo, kako družba še vedno ne zmaguje v borbi z neugodnostmi okolja, zlasti z nevarnostmi naravnih katastrof. Zato vsekakor sodi v delovno področje geografskih in sorodnih inštitucij tudi problematika naravnih nesreč.

Vse to je imel stalno pred očmi GIAM ZRC pri SAZU, ki je sodil, da spada v njegovo delovno področje vse, kar zadeva okolje, ter poseg človeka vanj. V okviru raziskovalnega programa SAZU, znanega pod naslovom »Naravna in kulturna dediščina slovenskega naroda«, je celo svoje delovno področje označil kot »Proučevanje geografskega okolja Slovenije«. Razen tega je že pred nekaj leti dal pobudo za ustanovitev »Sveta za preučevanje in varstvo okolja« pri predsedstvu SAZU, ki vneto nadaljuje svoje delo.

Naravne nesreče, ki jih GIAM vključuje v svoja opazovanja že od vsega začetka, so seveda samo ena od izrazito negativnih sestavin geografskega okolja. Še dolga vrsta jih je, včasih povsem družbenega ali zgodovinsko razvojnega značaja, (npr. razporeditev naseljenosti, razdrobljenost kmetijskega zemljišča, prometne težave itd.), ki seveda prav tako nujno spadajo v širši okvir geografskega raziskovanja našega prostora in njegovega okolja. V tem okviru pripisujemo ožje raziskovanje ogroženosti slovenskih pokrajin po naravnih nesrečah vseh vrst za eno najvidnejših nalog. S tega vidika želim pozdraviti, da je prišlo do današnjega meddisciplinarnega posveta in da se posvet veže tudi s posebnim simpozijem o metodologiji tovrstnih raziskav v vsej Jugoslaviji. Želim posvetu čim več delovnih uspehov.

NARAVNE NESREČE V SLOVENIJI V PREGLEDU

Ivan Gams*

Okvirno so prikazani smotri posveta o ogroženosti slovenske zemlje, stanje v raziskovanju posameznih vrst naravnih nesreč v SR Sloveniji in poglobitve vrzeli ter naloge za bodoče delo. Odkar je doseljevanje prebivalstva z vzpetega sveta bistveno povečalo število prebivalstva in gospodarske zmogljivosti na ravninskem delu, se je skupna ogroženost prebivalstva povečala.

Slovenija leži v razmeroma ugodni legi na jugovzhodnem robu Srednje Evrope. Toda to ugodnost plačuje s precejšnjo stopnjo ogroženosti zaradi naravnih nesreč, ki je značilna za tektonsko mlada ozemlja alpidskega tipa. O tej ogroženosti je na razpolago le malo števil. Vsakoletno škodo poplav ocenjujejo na 0,6, stoletna poplava pa naj bi pobrala 3,6% narodnega dohodka. Pri nas je okoli 1700 km večjih in 4800 km manjših hudournikov, ki pomenijo potencialno ogroženost. Tretjino zemlje sestavljajo glineno meljasti sedimenti ali so ti prisotni vsaj kot primes. Ko se ovlažijo, so nagnjeni k plazanju (Vodno-gospodarske osnove, 1978).

Leta 1980 so poplave, požari in žled povzročili škode za 1,6% družbenega proizvoda SR Slovenije. 1.500 km² površin je izpostavljenih snežnim plazovom (Poročilo... 1982). Škodo furlanskega potresa 1976 na našem ozemlju cenijo na dobrih 6% narodnega dohodka SRS. V obsegu močnega rušilnega potresa devete stopnje po MCS lestvici živi 7,5% prebivalstva, v pasu osme stopnje 36% in v območju sedme jakostne stopnje 48,7% (M. Orožen Adamič, 1983). K vsemu temu se pridružujejo škode po suši, toči, pozebi, zemeljskih plazovih, gozdnih požarih, žledu, vetrolojih, snegolomih in strelji.

Resnici na ljubo je treba h gornjim številkam dodati, da pomenijo bolj ocene kot dokončne ugotovitve. Ta posvet prirejamo tudi z namenom, da bi naše raziskovalne stroke, ki se ukvarjajo z naravnimi nesrečami, pristopile k načrtnejšemu raziskovanju vseh vidikov naravnih nesreč in tudi ugotavljanju njihovega obsega.

Ni razlogov za mišljenje, da so se naravni pojavi, ki lahko postanejo naravne nesreče, v novejšem času kot celota povečali ali zmanjšali. Nedvomno pa je postala naša skupnost zadnje čase bolj ranljiva. Poglejmo si na primer snežne plazove. Kmetovalci, ki so izkoriščali zaradi plazov ogrožena zemljišča, pozimi v ta svet niso zahajali, po izkušnjah pa so se naučili postavljati senike in druge stavbe na varno. V industrijski dobi smo alpski svet popolnoma prevrednotili in njegov poglobitveni pomen je zdaj v rekreaciji za dolinskega človeka. Smučar, gozdar ali lovec prihajajo v gore tudi pozimi. Za množico ljudi v tujem okolju so zdaj Alpe mnogo bolj nevarne kot nekdanj. Ne najdemo vselej varnega mesta niti za planinske domove. Plazovi so poškodovali ali porušili med drugim dom na Grohatu, na Okrešlju, Aljažev dom v Vratih, na Doliču, na Špičku in Tičarjev dom na Vršiču. Ranljivost so povečale tudi ceste in železnica skozi Baško grapo.

Podobno je s poplavami, ki ogrožajo ravninski svet. V predindustrijski dobi so se naselja izogibala poplavnega sveta, v katerem je kmet log ali loko izrabljaj predvsem le za

* Ivan Gams, dr., r. prof. FF, dop. član SAZU, Oddelek za geografijo FF, Aškerčeva 12, 61000 Ljubljana

pašo in košnjo trave. V taki legi je nastalo nekaj čez sto naselij, ki se imenujejo Log, Zalog, Prelog, Loka, Zaloka in podobno. Odkar neketijske dejavnosti pritegujejo ljudi s hribov, se je na ravnem, tj. približno na eni šestini ozemlja SRS, natrpalo dobre tri četrtine vsega prebivalstva, ki je prepredlo doline in kotline s cestami, mostovi, jezovi, železnicami in daljnovidni. Ob njih je ranljivost ravnega sveta bistveno porastla. Z regulacijami rek smo poplave marsikje omejili a še ne odpravili, še zlasti, ker so se ponekod hiše razširile na poplavni svet.

O večji ranljivosti lahko govorimo tudi pri potresih. Najbolj prizadenejo lege s tektonsko najbolj aktivnimi dislokacijami, ki so na stiku dvigajočih se gorovij in grezajočih se kotlin in nižin. Na podgorski ravnici pa je naseljenost najbolj gosta. En sam dragocen aparat, ki ga v laboratoriju vrže potres na tla in uniči, pomeni večjo škodo kot jo je v dobi, ko so bile naše hiše večidel še lesene, potres povzročil celemu kraju. Z modernizacijo življenja in razvojem gospodarstva bo najbrž tudi pri nas isti razvojni trend kot v razvitih državah, kjer naravne nesreče povzročajo vse več škode, zahtevajo pa vse manj človeških žrtev. V nerazvitih državah, kjer se hitro množi prebivalstvo in ne mislijo dovolj na naravne nesreče, pa so te vedno bolj krvave.

Ni važno vprašanje, ali za škodo po naravnih nesrečah, ki so prizadele našo ali kako drugo jugoslovansko republiko, državljani letno plačujemo dva, en ali manj odstotka narodnega dohodka. Za organizatorje tega posveta je važnejše spoznanje moderne družbe, da se dá ta škoda bistveno zmanjšati z ukrepi organizirane zavestne družbe in s poučenostjo posameznika o naravi teh nesreč. Drugače povedano, zmagajo, ki v ljubljanskem grbu poseebla zlo poplav, lahko populimo kremplje. Poznamo in priznamo že izvršene ukrepe in napore naše družbe, vendar menimo, da je bilo storjenega še premalo.

Posameznim vrstam naravnih nesreč so na tem posvetu posvečeni posebni referati. Moja dolžnost je le, da podam globalni pogled na značaj naravnih nesreč, na njihovo dosedanjo raziskanost, in omenim nekatera odprta družbena vprašanja.

Za uvod navajam trditev, da naravne nesreče, ki so prizadele v zadnjih nekaj stoletjih ozemlje SR Slovenije, niso bile takega obsega, da bi po številu žrtev prišle v seznam svetovnih katastrof. To pa ne velja za dve naravni nesreči tik za robom našega današnjega etničnega ozemlja, za beljaški potres leta 1348 z okoli 500 žrtvami, in 17 vasicami, ki jih je v Ziljski dolini pokopal podor z Dobrača. Prav tako ne velja za furlanski potres leta 1976 z okoli tisoč žrtvami. Toda V. Ribarič (1980) je našel dokaze za prav tak rušilni potres s središčem v Idriji in to leta 1511. Geomorfologija poroča o ne mnogo manjšem podoru, kot je bil z Dobrača, v Kuntri nad Kobaridom, poleg tega pa je večjo zajezitev reke povzročil tudi podor z Mežakle na zemljišče vasice Sava — zdaj naselja Jesenic (Grimšičar 1983). Tolažimo se lahko, da na našem ozemlju nastopajo take katastrofe redkeje in da nas še ne bodo kmalu doletele. V nekaterih pogledih pa le moramo računati s petstoletnimi nesrečami.

Od katastrof, ki zahtevajo od človeštva svoj krvni davek, pri nas ne poznamo samo vulkanskih eksplozij in tropskih ciklonov. Naša domovina obsega stične dele širših naravogeografskih enot in tako nas prizadenejo vse naravne nesreče, ki so značilne zanje. Opraviti imamo s poplavami, ki so tipične za panonski svet, z usadi, ki so značilni za subpanonske in submediteranske gorice, s poplavami v kraških depresijah, z udori površja nad skalnimi votlinami in z žledom v dinarskem delu Slovenije, s snežnimi plazovi in skalnimi podori, ki so značilni za Alpe, s pozebami, značilnimi za alpske kotline, s sušo, značilno za subtropsko klimo, v vseh delih Slovenije pa so potresna žarišča s potresi, ki so, kot kaže, najbolj rušilni ob zahodnem koncu savskega tektonskega jarka pri Zagrebu in na Brežiškem polju, ter na stiku Notranjih in Zunanjih Dinaridov med Ljubljanskim barjem, Idrijo in Huminom-Gemono.

Vsaka vrsta naravne nesreče ima svoje značilnosti, ki jih bomo tu orisali predvsem v luči preteklega dogajanja, stopnje raziskanosti in družbene pripravljenosti za njihovo povračanje.

Od naših naravnih nesreč še največ vemo o potresih. To je v veliki meri zaslug ljubljanskega potresa leta 1895, ki je predramil ne le slovensko, ampak tudi vso takratno avstroogrsko javnost, ter furlanskega potresa leta 1976. Zaveda se o nevarnosti so utrdili tudi rušilni potresi v drugih delih Jugoslavije (Makarska 1962, Skopje 1963, Debar 1967, Banja Luka 1968 in 1980, Črna gora 1979). Od leta 1963 imamo zakonodajo o potresno varni gradnji, imamo dve seizmološki postaji, svoj seizmološki inštitut in lahko rečemo, tudi svojo, slovensko seizmologijo, ki je razvrstila slovenske kraje v pasove različne stopnje ogroženosti. Ostaja pa nekaj, kar je izven obsega današnje znanosti: možnost, čeprav majhna, potresa tam, kjer manjka vsak zgodovinski podatek o predhodniku. Tako možnost lahko nakažeta geotektonika in geomorfologija. Zlasti slednja bi lahko prispevala več znanja o tako imenovanem neotektonskem reliefu.

Naša znanost dolguje družbi še bolj nujno raziskovanje, koliko so posegi v naravo usklajeni z ogroženim okoljem, v kolikšni meri je živa zaveda o ogroženosti in koliko je vsak posameznik v teh predelih psihološko in gmotno pripravljen na bodoče naravne nesreče. Ni namreč dovolj z akti ustanoviti organizacijo za odklanjanje posledic naravnih nesreč in pripraviti shemo, kako naj se ljudstvo ob naravni nesreči vede. Vedeti je tudi treba, kako bi se ljudje na naravno nesrečo zares odzvali, kako ravnali in potrebno jih je seznanjati z načrtovanimi ukrepi.

Zemeljske plazove proučuje več strok in objave so raztresene v geoloških, geografskih, gradbeniških in drugih publikacijah, s preventivo in aktivno zaščito pa se ukvarja predvsem promet. Čas bi bil, da bi katera od organizacij sistematično zbirala gradivo o plazovih in skalnih podorih. Premalo je narejenega pri prospekciji terena glede na možnost novih plazov in podorov. Kako zaščititi pobočja pred usadi, ki so tako pogosti v terciarnih kamninah, vemo premalo. Kar je znanega, je premalo razširjeno med ljudstvom.

Pri snežnih plazovih na srečo nismo pri vrhu alpskih dežel. Ker pa postajajo slovenske Alpe vedno važnejše rekreacijsko območje ne le Slovencev, temveč tudi drugih Jugoslovanov, je ogroženost zaradi snežnih plazov vse večja. Geografski inštitut Slovenske akademije znanosti in umetnosti je imel srečno roko in je lahko v začetnem obdobju zbiranja gradiva v letih 1950—1954 analiziral dve izjemno plazoviti zimi, 1950/51 in 1951/52. Takih ni bilo vse od leta 1916. Tako smo dobili prvi pregled o obsegu ogroženega ozemlja (Gams, 1955). Delo je prevzel Hidrometeorološki zavod Slovenije, ki ima nalogo, izdelati kataster snežnih plazov in ki ima organizirano službo opozarjanja pred nevarnostjo plazov v naših gorah.

Med naravne nesreče, ki jih bomo obravnavali na današnjem posvetu, smo uvrstili tudi gozdne požare. To smo storili v skladu z naziranjem, da štejemo med naravne nesreče vse nezgode, ki se lahko javljajo tudi brez človekovega vpliva. Gozdne požare pri nas zaneti večinoma človek, toda poznamo tudi take, ki jih povzroči strela. Ker v Slovenskem primorju naraščata turizem in promet, moramo v bodoče kljub modernim protipožarnim metodam pričakovati njihovo večjo pogostost in škodo. Spričo tega se zastavlja vprašanje, ali ne kaže monokultur črnega bora, ki so leglo najštevilnejših požarov ob suši ter so podvrženi snegolomu in žledni ujmi, v doglednem času zamenjati z mešanimi sestoji ali s pašniki.

Med naravnimi nesrečami klimatskega izvora, ki jim pravimo tudi ujme, v naši deželi prednjačijo rečne poplave. Po nevarnosti so takoj za potresi. Z njimi imajo opravka hidrologi, hidrotehniki oziroma skupnosti za vodno gospodarstvo. Od začetka petdesetih let tega stoletja jih proučuje Geografski inštitut ZRC SAZU in to predvsem s stališča pogojenosti in prilagoditve človekovega delovanja na ogroženem okolju. Inštitut je doslej objavil izsledke v obilni literaturi in v Hidrometeorološkem zavodu SRS imamo organizirano službo opozarjanja pred nevarnostjo poplav. Pa vendar ne moremo biti povsem zadovoljni ne s stopnjo raziskanosti in ne s pasivno ali aktivno zaščito pred poplavami. V novejšem času smo z mostovi, cestnimi in železniškimi nasipi ter drugimi ukrepi mestoma

povečali obseg izrednih poplav, večinoma pa jih z regulacijami tokov zmanjšali ali odpravili. Zgodi pa se, da iz raznih razlogov voda poplavi ozemlje, ki smo ga imeli po regulaciji za absolutno varnega. Ponekod bomo morali počakati na naslednjo petdesetletno ali stoletno poplavo, da bomo vedeli za točnejši obseg poplavnega sveta, ki smo ga pred leti cenili na 62.000 ha (Gams 1973). Črna in »siva« pa tudi »bela« gradnja sta v poplavno območje ponekod vnesli nove domove. Južni rob Ljubljane je najbolj kričeč primer.

Že več kot stoletje je v teku praznjenje hribov in hitra rast prebivalstva ter gospodarskih zmogljivosti na ravnini. Pred stoletjem in pol je živela na vzpetem reliefu okoli polovica našega prebivalstva. Danes živi na ravnini, to je v dnu kotlin, dolin, kraških depresij in na kraških ravninah, med 3/4 in 4/5 vsega prebivalstva SR Slovenije. V tem okolju pa je večja ogroženost po rečnih in morskih poplavah, poplavah, ki bi nastale ob predrtju jezov za vodnimi akumulacijami, in po pozebah. Zato je očitno, da se je splošna ogroženost naše družbe od naravnih nesreč kot tudi cele države s tem povečala (Gams, 1983).

Od ujm, ki prizadenejo predvsem kmetijstvo, je naša družba žrtvovala največ sredstev za obrambo pred t o č o. Vemo, da vladajo v svetovnih znanstvenih krogih deljena mišljenja, ali je ob sedanjem tehničnem razvoju mogoče preprečiti nastanek toče ali ne. Vendar o uspešnosti naše obrambe pred točo tukaj ne nameravamo razpredati misli. Želimo le opozoriti, da pesti naše kmetijstvo nekaj drugih ujm, pri katerih pa je obramba zagotovo učinkovita, a je bilo pri nas doslej premalo storjenega. Mislimo na p o z e b o i n s u š o. Suša je pogojena pri nas predvsem z majhno vodno retencijsko kapaciteto mladih in plitvih prsti, pozeba pa predvsem z gorskim dolinsko-kotlinskim reliefom. Da smo za obrambo pred sušo in pozebo doslej malo naredili, je morebiti krivo zaostajanje kmetijstva za drugimi panogami gospodarstva, razdrobljeno lastništvo zemlje v pretežno zasebnem kmetijstvu, ki otežuje sistematične ukrepe, med glavnimi krivci pa je domnevno značaj teh ujm. Škode hipne naravne nesreče se veliko bolj zavedamo in bojimo kot tiste, ki traja dalj časa. Celotne škode suše in pozebe se zavemo šele ob koncu leta ali naslednje leto. Vtis je, da med zasebnimi kmetijci prevladuje ocena suše še iz časov prevlade poljedelstva, ki je proti suši manj ranljivo kot travništvo. Temu suša bistveno zmanjša donos. V hribov, kjer je suša hudo zlo, bi lahko marsikje gravitacijsko, s škropilnicami ali drugače, namakali žejne travnike z vodo iz bližnjega jarka. V dolinah so domala neznani primeri črpanja talne vode za škropljenje tamkajšnjega ravnega zemljišča. Zastavlja se vprašanje, zakaj smo v Sloveniji tako zaostali pri gradnji večnamenskih vodnih zadrževalnikov. Pri njih je mogoče kombinirati nekatere od namenov kot so zadrževanje poplavnega vala v rekah, namakanje, vodna energija, turizem, ribištvo, požarna varnost, pitna voda, povečanje minimalnega pretoka, za zmanjšanje vodne onesnaženosti, pri nas tudi ohlajevanje nuklearke in plovbo po spodnjem toku Save. Prav tako se vprašamo, zakaj je tako malo vodovodnih naprav s škropilnicami, s katerimi lahko ob suši škropimo, ob nevarnosti pozebe pa rosimo.

Že iz povedanega sledi nekaj potreb in snovi nadaljnjega raziskovanja. Naše zborovanje smo poimenovali »p o s v e t o o g r o ž e n o s t i s l o v e n s k e z e m l j e z a r a d i n a r a v n i h n e s r e č«, ker ima ta naslov širok pomen. Če hočemo poznati ogroženost, moramo poznati razširjenost, jakost in pogostost izjemnih naravnih procesov, imovino na ogroženem ozemlju in škodo, ki mu lahko prizadenejo. Sem spada tudi ljudsko zaznavanje ogroženosti.

Najbolj je naše znanje pomanjkljivo o zmogljivosti in ranljivosti ogroženega ozemlja od vrst naravnih nesreč — delna izjema je glede potresne nevarnosti — in ljudskega zaznavanja naravnih nesreč. V arhivih in v objavah, navedenih na koncu te knjige, je zbrana precej znanja o pojavljanju dosedanjih zemeljskih in snežnih plazov ter rečnih in obalnih poplavah, kar pregledni referati ne morejo v celoti povzeti. Usade prikazujemo samo v subpanonski Sloveniji, čeprav jih ne manjka drugod po Sloveniji. Suša povzroča škodo ne le na kmetijskih pridelkih, ampak tudi z zmanjšanjem vodne energije, pomeni stroške pri dobavi pitne in industrijske vode ne le za glavna primorska vodovoda, ampak

tudi drugod, o čemer ni podatkov. Če suša zniža stalež govedi, se to pozna več let; prav tako je po hudi pozebi kmetijskih kultur, da o hkratni poledici, ki ogroža promet, škodi pri napravah, v katerih zmrzne voda, in drugem, ne govorimo. Ker ne registriramo mnogih krajevno omejenih naravnih nesreč in ker so mnogi današnji referati osnovani na izrabi statističnega gradiva, nekaterih vrst naravnih nesreč ni mogoče prikazati v polni meri.

Eden od namenov tega posveta je tudi, da bi se raziskovalci naravnih nesreč prvič sestali, spoznali delo drugih in uvideli potrebo po koordiniranem delu. Zlasti pa želimo z njim doseči, da bi bili izsledki raziskovalnega dela bolj prisotni pri načrtovanju posegov v ogroženem območju. V ta namen nameravamo naš zbornik s tega posveta opremiti z vso slovensko literaturo o naravnih nesrečah, da bi našim praktikom olajšali zbiranje gradiva.

Naravne nesreče naletijo na razmeroma močan odziv v sredstvih javnega obveščanja. Mnogo koristnega gradiva je tudi v zapisnikih komisij o škodi in o raznih terenskih ogledih. Žal pa pri nekaterih vrstah naravnih nesreč ni sistemsko urejeno, katera ustanova je zadolžena, da to gradivo evidentira, preverja, arhivira, dopolni in analizira. Ugotavljanje ogroženosti ozemlja je namreč tudi dolgotrajno zbiranje gradiva o preteklih naravnih nesrečah. Če pustimo gradivo o sedanjih naravnih nesrečah pozabi, se izneverimo načelu, da se je treba učiti na izkušnjah. Zato predlagamo Republiškemur štabu za civilno zaščito, da osnuje posvetovalne strokovne organe za vsako vrsto naravnih nesreč, ki naj organizacijo študija in evidentiranja naravnih nesreč sistemsko uredijo in delo tudi spremljajo. Ker je preventiva dokazano cenejša od kurative tudi v našem primeru, upamo, da bo naša družba sčasoma namenjala več sredstev za raziskave in preventivo naravnih nesreč.

Raziskovanje in praksa so v tujini nedvomno dokazale, da je moč učinke naravnih nesreč omiliti, če vsak posameznik bolj pozna značaj procesov, ki povzročajo katastrofe, možnosti smotrne prilagoditve svojih posegov v naravo s ciljem, doseči čim manjši niziko, ki mu je v ogroženem okolju izpostavljeno vsako gospodarjenje. Zato smo v svetu priče rastočim prizadevanjem, da bi obdržali pri zavesti možnost pojavljanja naravnih nesreč v bodoče. Ta zavest se po katastrofi z leti bistveno izgubi. Ob vsestranskem poznavanju naravnih nesreč se bo vsakdo v kritičnih sekundah in urah ob nastopu katastrofe, to je potresa, poplave, plazu, požara itd., pametneje odločal, ker bo poznal več možnih variant. Zato je v interesu naše skupnosti, da širi znanje o ogroženosti, ne da bi vzbujali preplah in nervozo, temveč da bi izboljšali v času med nesrečami prilagojenost človeka na ogroženo okolje in zmanjšali škodo in žrtve ob katastrofi. Tudi v ta namen je prirejen ta posvet.

Da nas čaka še oblika dela pri izobraževanju o naravnih nesrečah, je pokazala sondna študija o ljudskem poznavanju naravnih nesreč. Bila je opravljena jeseni leta 1983 na južnem robu Ljubljane, na območju, ki ga ogrožajo katastrofalne poplave in potresi devete stopnje MCS. Več o njej je na koncu te knjige.

V pojasnilo je treba navesti, da gre za mlajše naselje, v katerem biva 68% anketirancev manj kot 21 let, 81% vprašanih je vedelo, da morajo po doselitvi v sedanje okolje računati s katastrofalnimi potresi, a vendar jih je 39% izjavilo, da njihov dom, ki so ga večidel sami postavili, ni zgrajen potresno varno. Kljub temu le dobra tretjina kdaj pomisli na potresno nevarnost. Dobra četrtina ne ve, kako se glasi znak sirene, ki naznanja potres. 86% vprašanih bi ob potresu zapustilo stavbo. Ena tretjina vprašanih je izjavila pripravljenost, da bi z denarjem ali delom prispevala k sanaciji doma za potresno varnost. 58% vprašanih je izjavilo tudi pripravljenost, finančno ali z delom, prispevati k temu, da bi bil kraj bolj varen pred poplavo.

Sedem desetih vprašanih se bolj boji potresa kot poplave. Na vprašanje, katere naravne nesreče najbolj prizadenejo Slovenijo, so navedli po vrstnem redu: suše (34%), poplave, požare, pozebe (11%), potrese (9%), zemeljske (2%) in snežne plazove. V teh deležih se nekoliko odraža čas anketiranja (leta 1983 s sušo in vajami civilne zaščite za primer potresa).

Na vseh področjih tematike naravnih nesreč čaka znanost in organizirano družbo še veliko dela. Od naših naporov je odvisno, ali bi nas potres petstoletne jakosti, kot je bil ob

idrijski prelomnici leta 1511, s tisočeriimi žrtvami in zrušenimi naselji našel presenečene in nepripravljene ter nam zavrl gospodarsko rast za desetletje, ali ne. Od njih zavisi tudi, ali nas bi šele stoletna poplava, kakršna je bila leta 1852, s škodo in žrtvami prepričala o resnici, da se moramo ogroženemu okolju ali izogniti ali gmotno in psihološko prilagoditi.

Naj na koncu dodam tri preglednice, ki zaokrožujejo povedano tematiko. Prva ponazarja sklope, v katere razpada raziskovalna problematika:

Naravne nesreče kot naravni proces in učinek	Prizadeta pokrajina	Družba v ogroženem okolju
Vzrok	Geotektonska sestava	Percepcija ogroženega okolja
Jakost	Fizičnogeografska sestava	Prilagoditvene oblike v ogroženem okolju
Areal	Prebivalstvena, gospodarska in kultura kapaciteta	Preventiva
Pogostost	Prvine ogroženosti	Percepcija NN
Primarni učinek v naravi	Stopnja ogroženosti	Kurativa
Sekundarni učinek v naravi	Škoda NN	Legislatura Organiziranost družbe za zaščito pred naravnimi nesrečami

Druga preglednica pojasnjuje terminologijo iz teorije o naravnih nesrečah, kot je deloma zastopana v zgoraj tabeli.

Naravna nesreča (naravna nezgoda, elementarna nesreča, naravna katastrofa) — izredni naravni ali po človeku pospešeni naravni proces, ki v večjih razmerah prizadene družbi občutno škodo.

Naravna nevarnost — verjetnost nastopa naravne nesreče določene frekvence in jakosti.

Ogroženost zaradi NN — občutena ali stvarna izpostavljenost imovine in(al) človeka poškodbam ob NN.

Stopnja ogroženosti — pričakovana stopnja poškodb oziroma izgub ob naravnih nesrečah.

Ogroženo okolje — sestavine okoliškega sveta, s katerimi je človek v soodvisnosti in ki so ob naravnih nesrečah ranljive.

Ranljivost ob NN — stanje oziroma izpostavljenost družbe in(al) imovine poškodbam naravnih nesreč.

Ogroženec — oseba, ki je ogrožena zaradi naravne nesreče.

Ogrožena prvina (element) — osnovni deli ogroženega okolja.

Zmogljivost (kapaciteta) ogroženega ozemlja — skupna prebivalstvena, gmotna in kulturno-civilizacijska zmogljivost ogroženega ozemlja.

(Glej tudi predlog terminologije J. Lapajneti v zborniku Naravne nesreče v Jugoslaviji, Ljubljana 1983, stran 41.)

Tretja preglednica deli naravne nesreče po vzroku in učinku. Upoštewane so samo naravne nesreče, ki se javljajo v Sloveniji. V tem zborniku obravnavamo samo prvi dve kategoriji naravnih nesreč glede na vzrok.

Delitev NN po vzroku in škodi

Vzrok	Škoda v pokrajini	
	Pretežno v kulturni pokrajini	Hkrati v naravni in kulturni pokrajini
Naravni	Potres	Žled
	Toča	Podor
	Suša	Orkanski veter
	Poplava	Snegolom
Naravni in antropogeni	Usad (poplava)	Gozdni požar
		Snežni plaz Zemeljski plaz
Antropogeni	Epidemija	Onesnaževanje in zastrupitve
	Eksplozija	
	Proboj vodne akumulacije	
	Vojna	

Pripominjamo, da deli svetovna literatura naravne nesreče po različnih vidikih (gl. tudi članka J. Lapajneti in Milana Orožna Adamiča v zborniku *Naravne nesreče v Jugoslaviji*). Po obsegu lahko razpadejo v svetovne, kontinentalne, regionalne in krajevne. Po strokah, ki obravnavajo vzroke naravnih nesreč, jih lahko delimo na geološke, geološko-geomorfološke, hidrološke, meteorološke, biološke in tehnološke. Mnoge naravne nesreče pripadajo dvema ali trem kategorijam. Pripominjamo tudi, da preglednice in terminologija naravnih nesreč po svetu niso ustaljene, ker je tudi kompleksna znanost o naravnih nesrečah kot naravno-družbenih pojavih mlada.

Literatura

- Gams, I., 1955: Snežni plazovi v Sloveniji v zimah 1950—1954. *Geografski zbornik* (3), Ljubljana.
- Gams, I., 1973: Prispevek h klasifikaciji poplav v Sloveniji. *Geografski zbornik* (20), št. 1—2, Ljubljana.
- Gams, I., 1983: O razsežnosti in potrebnosti raziskovanja naravnih nesreč v Jugoslaviji. *Naravne nesreče v Jugoslaviji s posebnim ozirom na metodologijo geografskega proučevanja*. Ljubljana.
- Grimšičar, A., 1983: *Zemeljski plazovi v Sloveniji. Naravne nesreče v Sloveniji kot naša grožnja*. Ljubljana.
- Orožen Adamič Milan: *Nekatere kapacitete seizmičnih območij v Sloveniji. Naravne nesreče v Sloveniji kot naša grožnja*. Ljubljana.
- Poročilo o uresničevanju enotnega sistema organizacije, odgovornosti in obveznosti ob naravnih in drugih nesrečah v SR Sloveniji (ESA-923). Poročevalec skupščine SR Slovenije in skupščine SFR Jugoslavije za delegacije in delegate (8), št. 9, Ljubljana, 10. 5. 1982.
- Ribarič, V., 1980: *Potresi v Furlaniji in Posočju leta 1976. Kratka seizmološka zgodovina in seizmičnost obrobja Vzhodnih Alp. Potresni zbornik*. Tolmin.
- Vodnogospodarske osnove*. 1978. Zveza vodnih skupnosti SRS. Ljubljana.

S u m m a r y
A review of the natural disasters in Slovenia
Ivan Gams

As in this proceedings the contributions deal with nearly all natural disasters in Slovenia, in this article the purpose of the symposium on the threatened Slovenian environment by natural disasters, the needed further research as well as open problems in the social protection are reviewed.

Those natural disasters are dealt with in the proceedings which can occur in the nature without the human impact although in reality man has a great responsibility for them. In this sense are presented also the wood (forest) fires but not the epidemic diseases and possibility of breaking of dams of waterstorages.

From the natural disasters known in the world, in Slovenia only vulcanic explosions and tropical cyclons are not present. In the year 1980 inundations, fires and glaze storms have caused damages for 1,6% and 1976 the earthquake with its epicenter in the near Italian Friuli for 6% of the Slovene social products. Since the inundation and frost threat more plains, the general threatening of the Slovene population is increased as the share of the inhabitant there in the last one and half century has increased from half to three quarters. As regards the size of the threatened area there follow earthquake (three areas with 9° MCS), frost, drought, inundation, relatively extensive are also glaze storms, snow and wind fall of forests.

POTRESNA NEVARNOST V SLOVENIJI

Vladimir Ribarič*

Podane so osnovne prvine seizmotektonike Slovenije in opredelitev seizmičnega režima. Ustvarjena je banka seizmoloških podatkov in na njeni osnovi so izračunani približni parametri odnosov $\log(N) = a - bM$ za izbrana področja ob upoštevanju potresov do vključno leta 1930. Predstavljeni so tudi odnosi tipa $I = f(I_0, R)$ in komentar glede na podobne odnose v Evropi. Gradivo je osnova za prihodnje izračune seizmičnega tveganja.

Potresi v Sloveniji so posledica recentnih geodinamičnih procesov na južnem obrobju Alp in severozahodnem mejnem obrobju Dinaridov. Njihovo proučevanje omogoča boljše razumevanje mehanizmov in dinamike potresnega nastanka. Tako lažje ocenimo seizmično nevarnost in s tem prispevamo h kratkoročnemu in dolgoročnemu napovedovanju potresov. Sredozemski seizmogeni pas vključuje deloma tudi Slovenijo. Ta pas je stično področje afriško-arabske in evrazijske plošče. Osrednji del afriško-arabske plošče se podriva pod evrazijsko. Hitrosti premikanja so ocenili na 3–5 cm na leto. Obrobni del te plošče je jadransko-dinarski promontorij ali mikroplošča, katere os nalega na vzdolžno os alpskega loka pod kotom približno 45°.

Pomike jadransko-dinarski promontorija proti severu ocenjujejo na 2–3 cm na leto. Sorazmerje med pomiki centralnega dela afriško-arabske plošče in jadransko-dinarske mikroplošče nakazuje možne potresne jakosti, seveda v dolgoročnem poprečju.

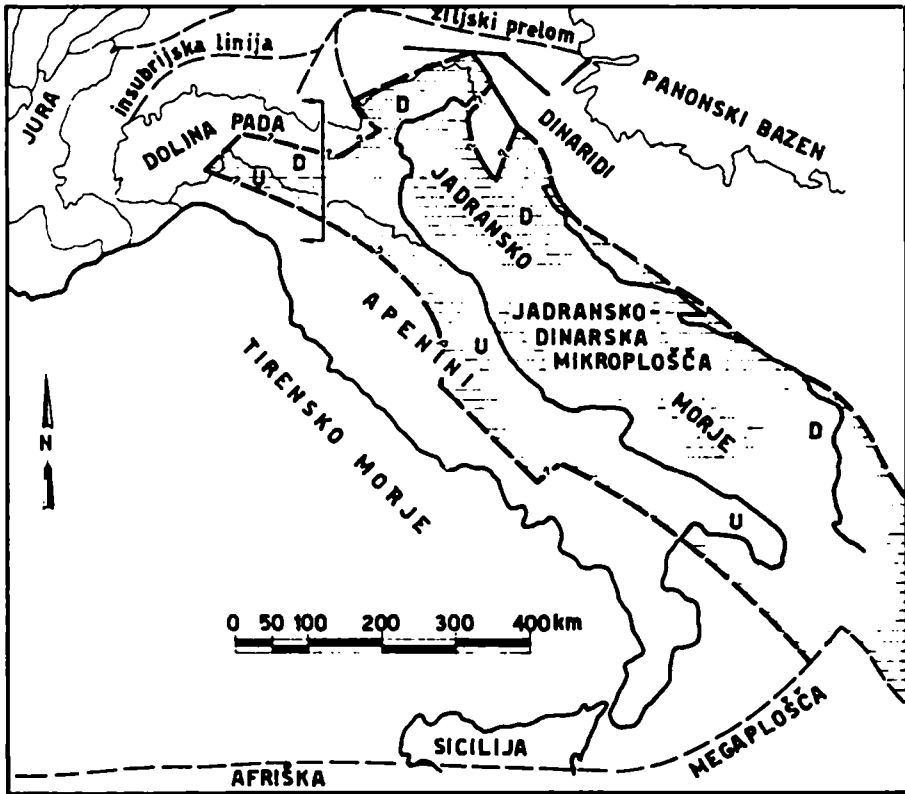
Po McKenziju (1972) se jadransko-dinarski promontorij pomika v smeri NNW. Ta gibanje je skladno z bočno dislokacijo v povezavi z narivanjem ob dalmatinski obali in običajnim gibanjem ob jadranski obali Italije. Na severu se jadransko-dinarska mikroplošča nariva pravokotno na Južne Alpe.

Slovenijo v grobem sestavljata dve osnovni tektonski enoti. V prvi, v Dinaridih, poteka os v smeri NW-SE. Tu prevladujejo narivni mehanizmi in desna bočna komponenta pomikanja ob prelomu. Predalpske strukture, ki so severneje, potekajo v glavnem v smereh E-W. Tod prevladuje narivanje in leva bočna komponenta vodoravnih pomikov. Za obe osnovni tektonski enoti niso značilna le intenzivna narivanja, temveč tudi prečne bočne tvorbe z naglašenimi bočnimi dislokacijami vzdolž glavnih smeri gorskih verig.

Potres v Furlaniji 1976. je bil plod obeh mehanizmov: narivne in vodoravne sestavine pomikov. Na južnem obrobju Slovenije so prečne dislokacije izrazitejše in to tem bolj, čim bolj se oddaljujemo proti jugovzhodu, v območje visoko-dinarske cone. Karte leg potrebnih epicentrov kažejo dve osnovni razširjenosti: širšo predalpsko cono ter ožjo dinarsko, v kateri prevladuje vodoravno gibanje in je bočno pomaknjena v območje Reke ter Senja.

Proti severu in severovzhodu od te cone se javlja veriga seizmogenih območij, ki sega od cerkljanskega območja preko Ljubljanske kotline do Krško-brežiškega polja in Gorjancev.

* V. Ribarič, prof., dipl. inž. fizike, Seizmološki zavod SRS, 61000 Ljubljana, Kersnikova 3



Sl. 1. Hadransko-dinarska mikroplošča in njeno obrobje

Proti vzhodu prevladujejo prečno-dinarski prelomi z recentno aktivnostjo, vmes pa najdemo tudi prelomne strukture vzporedniške smeri, ki so značilne za tamkajšnje recentno holocensko tektoniko.

Geotektonske enote v Sloveniji

Makroskopsko tektoniko v Sloveniji in njenem obrobju dopolnjuje B. Sikošek (1982) s shematično porazdelitvijo območij glede na geotektonske kategorije, na genetske tektonske sklope in elemente neotektonske rajonizacije, ki segajo vse do najmanjših enot — seizmogenih blokov ter linijskih izvorov seizmične energije. Ta porazdelitev se razlikuje od znanih geografskih klasifikacij ozemlja in temelji na geotektoniki.

Na področju Slovenije so zastopane vse geotektonske kategorije alpskega orogena Evrope. To so:

- severno steblo Alpidov z delom Centralne cone,
- alpsko-dinarska mejna cona,
- južno steblo Alpidov.

To steblo delimo na naslednje geotektonske enote:

- centralnodinarski narivi,
- visokodinarski narivi, in
- istrski parohton.

Genetski tektonski sklop sestavljajo štiri tektonske kategorije:

- centralna cona Vzhodnih Alp (Strojna, Kozjak, Pohorje),
- alpsko-dinarska mejna cona (vzhodni del Kanarskih Alp, Karavanke, Vitanjski niz, Konjiška gora),
- Dinaridi; te sestavljajo:

1. istrski parohton,
2. jadransko-jonska cona z narivom Učke,
3. visokodinarska cona z narivom Visokega Krasa in
4. centralnodinarski narivi. Delimo jih na srednje, ki jih sestavljajo Posavske gube, in zgornje z Julijskimi ter Kamniškimi ali Savinjskimi Alpami.

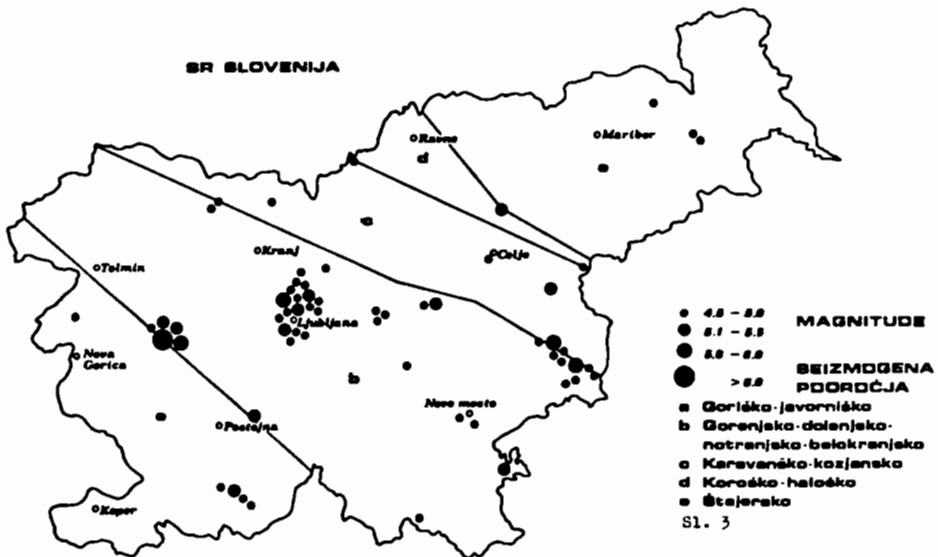
Ozemlje Slovenije seka pet linijskih seizmogenih sistemov mejnih globinskih prelomov: sistem idrijskega preloma, savskega, smrekovško-šoštanjanskega, labotskega in slivniškega preloma. vzdolž njih se izločajo njihovi posamezni seizmogeni segmenti.

Ti globinski prelomi so značilni za globinske strukture in dajejo skupaj s površinskimi linearnimi prelomi 1., 2. in 3. vrste ter z morfostrukturnimi conami podlago za neotektonsko rajonizacijo Slovenije.

Neotektonska rajonizacija

Osnovne neotektonske strukture delimo na linearne in ploščinske elemente. Linijski ali linearni elementi 1., 2. in 3. vrste oklepajo površinske. Te delimo po dimenzijah na morfostrukturne cone, neotektonske bloke in neotektonske grude (obsegajo na tisoče kv. kilometrov). Kompleksna slika neotektonske rajonizacije zajema tudi seizmogene sestave, ki vsebujejo seizmogene energetske potenciale. Nekatere pa takih potencialov ne premorejo v tolikšni meri, da bi v njih prišlo do potresov.

Zato je treba razlikovati neaktivne ali mrtve prelome, seizmične šive, kjer je seizmičnost v geološki zgodovini prenehala, in zmožljive recentne prelome, kjer obstaja večja ali manjša verjetnost, da v njih pride do seizmičnih pomikov.



Sl. 2. Shematični prikaz globinske strukture Zemljine skorje

Pri nastajanju potresov je ločiti linijske ali natančneje: površinske tvorbe ob prelomih, in površinske — prostominske tvorbe. Za akumulacijo napetostne energije je navadno potrebna prostominska struktura. Točkasti epicentri ali seizmogene tvorbe so le zamišljene in v naravi ne obstajajo.

Z neotektonsko rajonizacijo izdvajamo seizmogene področja, seizmogene sisteme, seizmogene cone in seizmogene bloke. Meje med njimi so seizmogeni prelomi.

Sikošek (1982) je Slovenijo razdelil na pet osnovnih seizmogenih področij, in to na:

1. goriško-javorniško področje,
2. gorenjsko-dolenjsko in notranjsko-belokranjsko področje,
3. karavanško-kozjansko področje,
4. koroško-haloško in
5. štajersko področje.

Gorenjsko-dolenjsko in notranjsko-belokranjsko področje tvorijo trije sestavljeni in trije osnovni linijski sistemi. Primer takšne sestave podajamo za širše področje Ljubljane: gorenjsko-ljubljanski sistem je del gorenjsko-dolenjskega in notranjsko-belokranjskega področja. V njem se med ostalimi conami izdvaja tudi ljubljanska cona.

Ljubljansko cono lahko razdelimo na: centralni seizmogeni blok Ljubljane, blok osamelcev, blok Kamniškega polja in blok Ljubljanskega barja.

Na tak način je bila opravljena tektonsko rajonizacija za vso Slovenijo in določenih okoli 121 tektonskih prelomov.

Geofizikalni in drugi elementi

Geomorfološke enote, rezultati orografije in geologije dopolnjujejo znanja o ilustrativni seizmotektoniki seizmičnosti Slovenije.

Z metodami globokega seizmičnega sondiranja (GSS), ki pa jih pri nas žal nismo uspeli uresničiti, je zahodno in vzhodno od našega ozemlja bilo opravljenih nekaj meritev vzdolž profilov, ki so potekali pravokotno na Dinaride oziroma Alpe. Gravimetrične meritve in teoretični izračuni so omogočili približno interpolacijo podatkov za izračune globlin Conradove in Mohorovičičeve diskontinutete.

Globine in njihove trende kaže slika 3. Z upoštevanjem v uvodu opisane dinamike in trodimenzionalne predstavitve granitne ter bazaltne plasti Zemljine skorje na našem ozemlju, je možno ustvariti teoretični model globinske strukture po Slovenijo. Njene površinske strukture so pri tem le učinek primarnih pojavov, ki se dogajajo v globinskem razponu od 5—40 km.

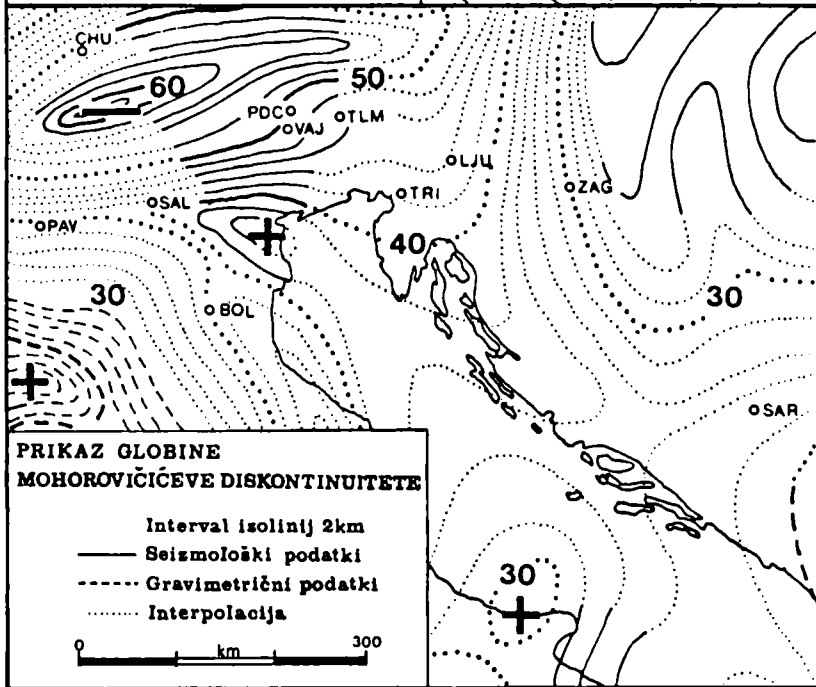
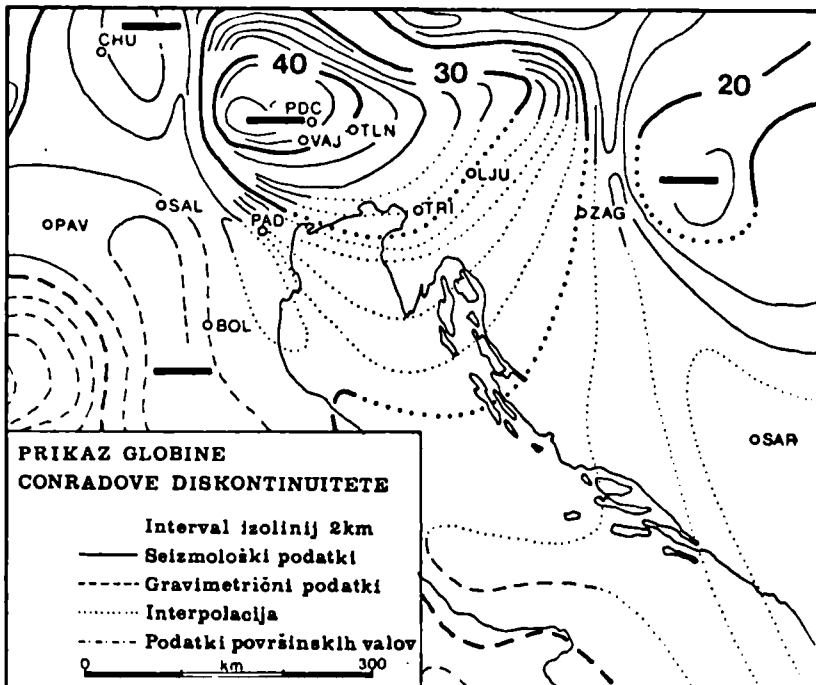
Regionalna gravimetrična karta Bouguerovih anomalij (Regionalna 1966-69) kaže razmeroma pomembna negativna odstopanja ob osi, vzporedni s savskim prelomom, kjer te vrednosti dosega $-65 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}^2$.

Podobna situacija je tudi vzdolž Gorjancev, kjer na osnovi 10 km opazimo gradiente $25 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}^2/10 \text{ km}$.

Podobne, manj izražene anomalije, daje tudi regionalna magnetna karta anomalij ΔZ . Posebnost na obeh kartah sta anomaliji na območju Pohorja in Kozjaka, ki izhajata iz posebne kamninske sestave.

Gradienti višinskih razlik do neke mere sovpadajo s conami povečane seizmičnosti. Isto velja tudi za vrednosti in smeri vodoravnih ter navpičnih pomikov posameznih blokov, ki bi jih bilo treba stalno meriti. Obstoječi podatki so manj natančni in le orientacijski.

Podobna je situacija z geotermičnimi pretoki, za katere ni dovolj zanesljivih podatkov, čeprav bi obstoj tako imenovane linije term na vzhodu in jugovzhodu Slovenije utegnil ilustrirati nekaj regionalnih tektonskih posebnosti, tudi na tektonsko črto, ki sega do Győra.



Prvine seizmičnosti Slovenije

Seizmičnost je določena s seizmično efektivno energijo, ki se je sprostila v določeni prostornini in v določenem časovnem intervalu. Glede na to, da je med to energijo in potresno magnitudo podan funkcionalni odnos tipa $\log E = a_1 + b_1 \cdot M$, kjer je E energija, M magnituda po Richterju, a_1 in b_1 pa sta konstanti, je možno s seštevanjem pojavov različnih magnitudnih razredov dobiti vsote sproščene energije. Racionalno je, da za površine, kjer je prišlo do potresov, vzamemo seizmogeno področja ali njihove sisteme ter opazovanja normiramo na površine 1000 km² in časovno na leto ali stoletje. S tem omogočimo primerjavo z drugimi področji, med katerimi so najbolj zanimiva sosednja v Italiji, Avstriji in na Hrvaškem.

Opazovalno gradivo

Makroseizmični podatki o potresih na temelju opisov potresnih učinkov na ljudi, objekte in naravo segajo do konca 8. stoletja po našem štetju. Razlikujemo prvo neorganizirano fazo zbiranja tega gradiva, ki je trajala do organizacije opazovalne mreže neposredno po ljubljanskem potresu leta 1895. Tej sledi obdobje organiziranega zbiranja podatkov in njihovega vrednotenja na osnovi tedaj veljavnih makroseizmičnih opazovalnih lestvic Rossi-Forela (RF), Mercalli-Cancanija (MC), Mercalli-Cancani-Sieberga (MCS), nato še Mihailovičeve modifikacije skale MCS in končno, sodobne lestvice Medvedev-Sponheuer-Kárnika (MSK-64).

Začeni z letom 1897 je v Sloveniji bila uvedena mikrosezmična ali inštrumentalna seizmološka služba z neprekinjenimi registracijami potresov. Po uveljavitvi magnitudne lestvice potresov leta 1935 (Richter) so bile deloma omogočene tudi kvantifikacije močnejših pojavov po tej skali.

Prvi korak pri opredelitvi seizmičnosti je vsekakor katalogiziranje pojavov. To je potekalo v več fazah. Rezultati so bili prikazani v vrsti publikacij oziroma internih poročil.

Delo je potekalo po načelih, ki so se uveljavila v svetovni praksi. Vsak potres označujejo: čas nastanka, geografske koordinate žarišča, globina, potresna intenziteta v epicentru, magnituda ter sproščena energija. Pomembno je, da so vse potresne jakosti bile v končni fazi izdelave kataloga prevedene na skalo MSK-64. Opazovalni nizi seveda niso hogomeni, kar je spričo dolgega opazovalnega obdobja in kvalitete razpoložljivih zgodovinskih podatkov bilo tudi pričakovati.

Do 31. XII. 1981 je v katalog potresov Slovenije bilo zajetih 2758 potresov. K temu je treba prišteti še vrsto serij naknadnih potresnih pojavov, ki so sledili glavnemu. Tako je skupno število pojavov doseglo 3055.

Nekaj reprezentativnih potresov

Časovna in geografska razporeditev potresov v Sloveniji kaže določene pravilnosti. Žarišča se grupirajo v naslednjih območjih:

- A) Potresi gorenjsko-ljubljanskega seizmogenega sistema,
- B) Potresi krško-brežiškega polja,
- C) Potresi idrijsko-cerkljanskega območja,
- D) Potresi v javomiško-snežniškem bloku in bloku Ilirske Bistrice in
- E) potresi belokranjske seizmogene cone.

Poleg naštetih opazimo v Sloveniji še vrsto con z manj izraženo seizmičnostjo.

Za posamezna območja so značilne maksimalne jakosti potresov. Za gorenjsko-ljubljanski seizmogeni sistem je dobro dokumentiran potres 14. aprila 1895, za idrijsko-cerkljansko območje, ki je določeno predvsem z aktivnostjo Idrijskega preloma, pa potres 26. marca 1511 (13). Omenimo naj še serijo potresov na področju Brežic leta 1917.

Značilnosti teh pojavov so naslednje:

Potres	Maks. intenziteta I_0 (MSK)	M
Idrija-Cerkno, 26. III. 1511	10	6,9
Ljubljana, 14. IV. 1895	8,5	5,8
Brežice, 29. I. 1917	8,0	5,6

Po omenjenih razpoložljivih virih je verjetno, da je magnituda potresa leta 1511 bila v mejah $6,5 \pm 0,2$, kar je po mnenju večine seizmologov neka zgornja mejna vrednost potresov na območju južno od alpskega predgorja. Težko je dokazati, da bi bila zgomlja meja M_{max} za 0,5 magnitudne stopnje višja (Ribarič, 1979).

Datoteka potresov Slovenije (DAPOS)

Glede na to, da je v svetu prevladalo spoznanje o potrebi ustvarjanja banke seizmoloških podatkov, smo k njej pristopili v smislu priporočil UNESCO za standardizacijo podatkovnih baz. Določena je bila vsebina in format seizmološke podatkovne baze za Slovenijo in razvit software-ski paket SEIZMO, ki omogoča črpanje in grafično predstavitev izbranih parametrov. Programi teko na grafičnih napravah TEKTRONIX, priključenih na računalnik Dec-10, kjer obstaja tudi začetna verzija banke podatkov.

V prvi fazi (do 1982) so bili zajeti podatki o potresih od leta 792 n.e. do vključno 1930, v tekočem letu pa se vnašajo podatki od 1931—1981. leta. Podatki 2758 potresov so zajeti v 56 kategorijah za vsak potres posebej. Število vsebovanih parametrov omejujejo razpoložljivi viri in je tem manjše, čim dlje v zgodovino posegamo.

Večina programov je bila napisana v programskem jeziku STRUCTRAN, le program ZAJEM iz skupine programov SEIZMO je bil napisan v jeziku PASCAL.

Skupina programov SEIZMO vsebuje naslednje programe:

- TEST — z namenom ustvarjanja testne podatkovne baze,
- ZAJEM — za enostavno zajemanje podatkov,
- PIŠI — izpis komentirane vsebine baze,
- RETRIV — izbor podatkov iz baze po ključih,
- KATEGO — prenos vsebine baze v obliko za risanje,
- SZPOTR — risanje zemljevidov.

Začasni rezultati empiričnih zvez

1. Odnosi $\log(N)$, M

Za izbrana področja Slovenije so bile v obdobju 100 let od 1831 do 1930 opravljene osnovne statistične raziskave Richterjevega odnosa:

$$\log(N) = a - bM,$$

kjer je N število potresov v časovni enoti 100 let, M pa Richterjeva magnituda M oziroma njen interval ΔM .

Izračunane so naslednje vrednosti:

a) za področje ljubljansko-gorenjske seizmogene cone s 36 kvadranti plosčine $0,1^\circ \times 0,1^\circ$, podanimi na matični karti seizmičnih con Slovenije:

$$\log(N) = 4,8 - 0,83M.$$

b) cona Brežice-Gorjanci (21 kvadrantov, 1831—1930): $\log(N) = 3,6 - 0,65M$,

- c) področje Bele krajine (11 kvadrantov, 1831—1930): $\log(N) = 3,4 - 0,77 M$,
 d) področje Ilirske Bistrice (20 kvadrantov, 1831—1930): $\log(N) = 3,0 - 0,60 M$.
 Vrednosti koeficientov b se dobro ujemajo s tistimi, ki sta jih dobila V. Kárnik in D. Procházková za cono 2, to je za širšo Slovenijo, in znašajo:
 $b = 0,74 \pm 0,05$ po metodi najmanjših kvadrantov z upoštevanjem $M \geq 3,7$
 $b = 0,66 \pm 0,05$ po generalizirani metodi najmanjših kvadrantov in
 $b = 0,67 \pm 0,05$ po »maximum likelihood« metodi.

2. Pojemanje potresne intenzitete z oddaljenostjo od epicentra

Za navedena področja so izračunani skupni odnosi za različne epicentrske intenzitete. Ti odnosi temelje na enačbi:

$$I = I_0 + a + b \log(R),$$

kjer je I intenziteta v stopnjah MSK v oddaljenosti R km od epicentra, kjer je potresna intenziteta enaka I_0 .

Za $I_0 = 6^\circ$ MSK velja:

$$I = I_0 + 0,67 - 2,06 \log(R),$$

za $I_0 = 7^\circ$ MSK: $I = I_0 + 0,014 - 1,85 \log(R)$ in

za $I_0 = 8^\circ$ MSK: $I = I_0 + 1,39 - 2,55 \log(R)$.

Glede na to, da je število potresov z $I_0 = 7^\circ$ ali 8° MSK bilo majhno, zadnja omenjena odnosa nista zanesljiva.

Študija (16) je podala še empirični odnos za vse potrese z I_0 več kot $5,5^\circ$ MSK, torej takšne, ki so zanimivi z inženirsko-seizmološkega gledišča. Ta glasi:

$$I = I_0 + 0,75 - 2,15 \log(R).$$

Medtem ko so odnosi (N) in M pomembni za proučevanje tendenc v dinamiki seizmogenih procesov, so zveze $I = f(I_0, R)$ koristne za ustvarjanje tipičnih modelov atenuacij intenzitet z razdaljami seizmičnih polj in vplivov razdalj na objekte, ki so oddaljeni od žarišč potresov.

Študija je dala prve informacije o efektivnih koeficientih absorpcije po Blakeovi formuli za različne smeri prelomov in to ob predpostavki, da so potresi nastali v conah, kjer prevladujejo tipične alpske, dinarske, prečno dinarske in meridionalne strukture. Tudi v tem primeru so tipične vrednosti koeficienta k v formuli

$$I_0 - I_n = k \log(1 + R^2/h^2)^{1/2}$$

znašale od 3,14—4,17, njihovo sipanje pa je bilo odvisno od števila in kvalitete makroseizmičnih podatkov. Vrednosti za Evropo so med 3 in 6, s srednjo vrednostjo 4,5.

ZAKLJUČKI

Seizmičnost, z njo povezana potresna pogostnost in seizmična nevarnost v Sloveniji je časovno in prostorsko zmerna. Največja možna magnituda potresov je okoli $M = 6,5$. Te prvine nam rabijo kot osnovno gradivo za verjetnostne ocene seizmičnega tveganja in kot podlaga za sintetično karto rekurenčnih intervalov potresnih pospeškov.

Literatura

- Kárnik, V., 1968, Seismicity of the European Area. Part 1, str. 364, Academia, Praha
 — 1968, Seismicity of the European Area. Part 2, str. 218, Academia, Praha
 — Procházková, D., 1976, Discussion of the magnitude-frequency relation using the Balkan earthquakes. Proc. Sem. on Seismic Zoning Maps, Skopje, 27 October — 4 November 1975, Vol. 1, str. 176—192, UNESCO, Skopje

- McKenzie, D. P., 1972, Active Tectonics of the Mediterranean Region. Geoph. J. R. Astr. Soc., 30, str. 109—185
- Shebalin, N. V., Kárník, V., Hadžievski, D., (uredniki), 1974, Catalogue of Earthquakes, Part 1, 1901—1970 in Part 2, prior to 1901, UNESCO, Skopje
- Sikošek, B., 1982, Tektonika, neotektonika in seizmotektonika SR Slovenije. Publ. Seizmološkega zavoda SRS, Ser. D, št. 1. Ljubljana
- Procházková, D., Schenková, Z., Kárník, V., 1979, Macroseismic Fields of the main Friuli shocks of 1976. Tectonophysics, 53, str. 249—259, Amsterdam
- Regionalna gravimetrična karta Bouguerovih anomalij. 1:500.000. Ekv. 5 mgal, Geološki zavod Slovenije, 1966—69, Ljubljana
- Regionalna magnetna karta anomalij Z, 1:500.000. Ekv. 10 gama, Geološki zavod Slovenije, 1966—69, Ljubljana
- Ribarič, V., 1963, Študija seizmičnosti ozemlja SR Slovenije s posebnim ozirom na dinamične vplive potresov na gradbene objekte. 1. del (potresi od leta 792. n. e. — 1914), str. 85, 25 zemljevidov, rokopis, Sklad Borisa Kidriča, Ljubljana
- 1966, Študija seizmičnosti ozemlja SR Slovenije s posebnim ozirom na dinamične vplive potresov na gradbene objekte. 2. del (potresi od 1914—1965), str. 45, 3 zemljevidi, rokopis, Sklad Borisa Kidriča, Ljubljana
 - 1977, Nekaj značilnosti seizmičnosti Slovenije. Rud.-metal. zbornik, 4, str. 407—415, Ljubljana
 - 1979, The Idrija Earthquake on March 26. 1511 — A reconstruction of some seismological parameters. Tectonophysics, 53, str. 315—324, Amsterdam
 - 1980, Potresi v Furlaniji in Posočju leta 1976. Kratka seizmološka zgodovina in seizmičnost obroba Vzhodnih Alp. Potresni zbornik, str. 17—80, Tolmin
 - (ko-avtor), 1981, Verjetnost metode v potresnem inženirstvu. I. del, IKPIR, FAGG, str. 55, 11 zemljevidov, Ljubljana
 - 1982, Seizmičnost Slovenije — Seismicity of Slovenia. I. Katalog potresov (792. n.e. — 1981) Catalogue of Earthquakes (792 A.D. — 1981). Publ. Seizmološkega zavoda SR Slovenije, Ser. A, št. 1—1, str. 650, 12 slik, 5 zemljevidov, Ljubljana
 - (ko-avtor), 1982, Seizmičnost, verjetnostne metode v seizmologiji in seizmično tveganje v SR Sloveniji. II. Opredelitev makroseizmičnega polja, IKPIR, FAGG, str. 1—43, Ljubljana
 - (ko-avtor), 1983, Verjetnostne metode v potresnem inženirstvu. II. del, IKPIR, FAGG, Ljubljana

S u m m a r y
Threat of the earthquakes in Slovenia
 Vladimir Ribarič

Basic elements of seismotectonics of Slovenia are presented, as well as a classification of seismic regime. On the basis of a bank of seismological data approximate parameters in the empirical relation $\log(N) = a - bM$ for selected areas have been calculated, incorporating events up to 1930. Relations of the type $I = f(I_0, R)$ are given with a comment on behalf similar relations obtained in Europe. Materials obtained provide a basis for seismic risk research.

NEKATERE KAPACITETE SEIZMIČNIH OBMOČIJ SLOVENIJE

Milan Orožen Adamič*

V Sloveniji je 15 seizmičnih območij, v katerih lahko pričakujemo potrese med 6 in 9° MCS. Štiri območja 9° MCS obsegajo 4,26% površine; na teh prebiva 142.911 ljudi, kar je 7,57% prebivalstva SR Slovenije. Območij 8° MCS je pet s 27% površine ter 36,29% prebivalstva. V enem samem sklenjenem območju 7° MCS prebiva 48,77% prebivalstva na 56,55% površine Slovenije. Na petih območjih 6° MCS s površino 12,19% Slovenije prebiva le 7,37% ljudi. Družbeni proizvod na prebivalca je največji v ljubljanskem območju 9° MCS. V njem industrija zaostaja za drugimi dejavnostmi, ker so zelo razvite centralne funkcije. Delež razmera starih in potresno neustreznih stanovanj je tu velik, zato je to po kapaciteti najbolj ogroženo območje v Sloveniji.

V Uradnem listu SFRJ (št. 49, 1982) je bila kot dodatek k Pravilniku o normativih za graditev objektov visoke gradnje na seizmičnih območjih (Ur. list SFRJ, št. 31, 1981) objavljena Začasna seizmična karta v merilu 1:2.500.000. Po tej karti, na kateri so označena območja maksimalnih opaženih jakosti MCS, je Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij (TOZD Geotehnika) novembra 1982 izdelal karto v merilu 1:400.000, ta je bila osnova za naše nadaljnje delo. Naš namen je bil, da s pomočjo statističnih podatkov pozkušamo kar se le da podrobno ugotoviti kapaciteto in razlike v kapaciteti med posameznimi MCS območji.

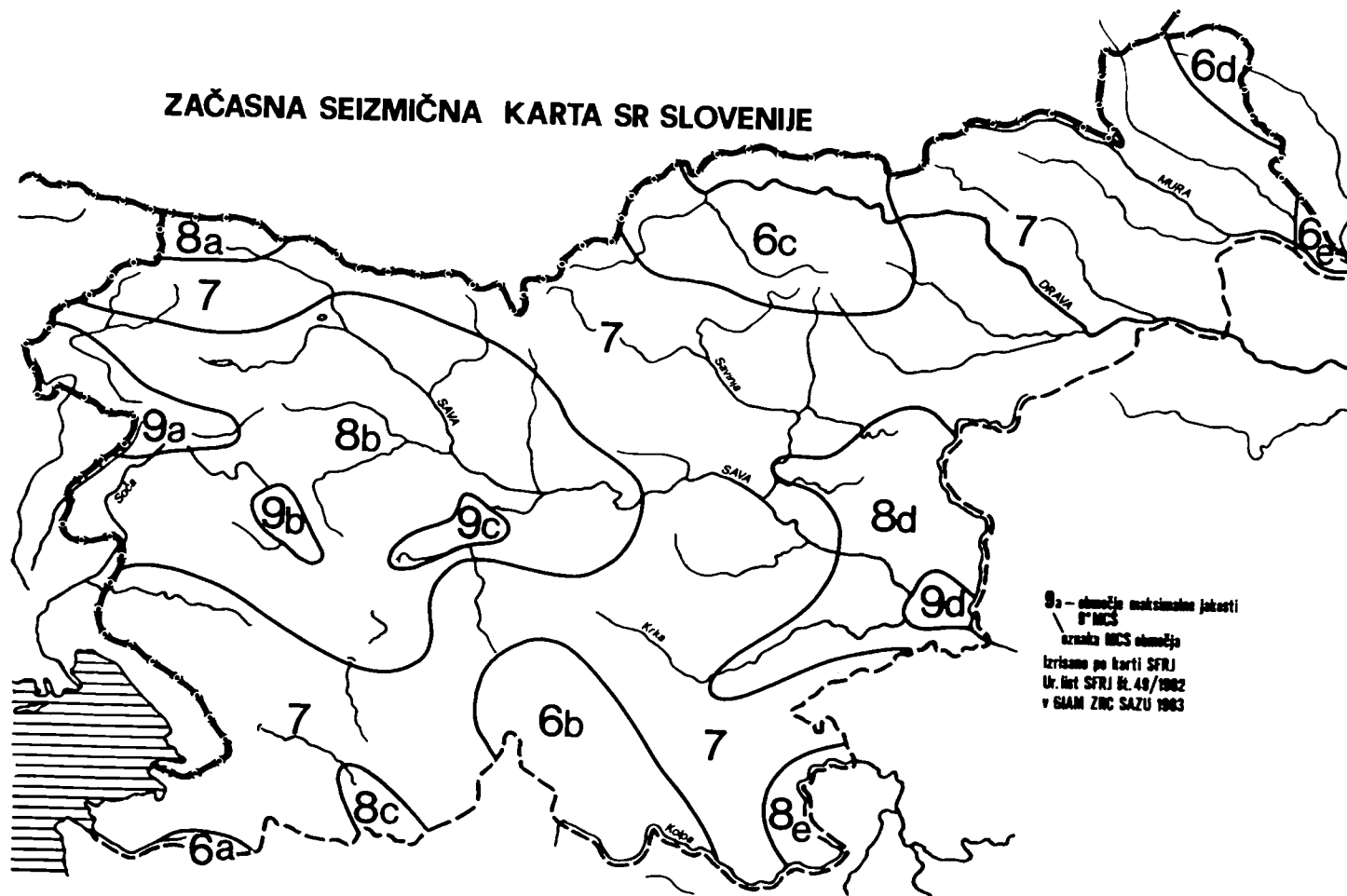
MCS območja v SR Sloveniji

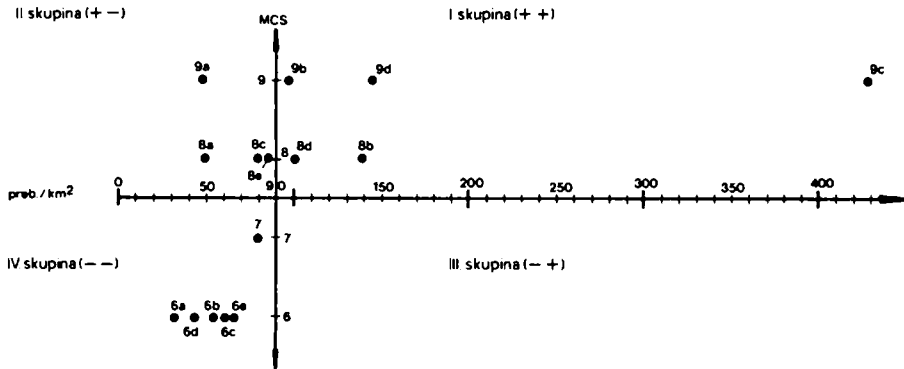
Najbolj ogrožena območja, na katerih lahko pričakujemo potrese do 9° MCS, so: tolminsko (9a), idrijsko (9b), ljubljansko (9c) in brežiško (9d).** Ta do najvišje stopnje ogrožena območja obsegajo skupaj 863 km² ali 4,26% površine naše republike (karta, tabela 1). Po obsegu največje je tolminsko območje s 398 km² ali z nekaj več kot 2% površine Slovenije, sledi ljubljansko s 233 km², ki obsega južni del Ljubljane z Ljubljanskim barjem (v nekaterih drugih, večinoma starejših verzijah te karte je v to območje uvrščena vsa Ljubljana, vse do Vodice — epicentra znanega potresa iz leta 1895), nato brežiško s 121 km² in končno najmanjše, idrijsko območje s 111 km².

* Milan Orožen Adamič, mag., Geografski inštitut Antona Melika, ZRC SAZU, Novi trg 4, 61000 Ljubljana

** Posamezna MCS območja ne predstavljajo zaključenih geografskih enot. Poimenovanje, ki smo ga uporabili, to le približno označuje. To še posebej velja za geografsko močno heterogene enote.

ZAČASNA SEIZMIČNA KARTA SR SLOVENIJE





V 8° MCS razmeroma močno ogroženih delov Slovenije je uvrščenih naslednjih pet območij: kranjskogorsko (8a), zahodnoalpsko (8b), ilirskobistriško (8c), spodnjesavsko-kozjansko (8d) in belokranjsko (8e). Skupaj obsegajo 5.470 km² ali 27% Slovenije. Od vseh je največje zahodnoalpsko (8b) s 3.980 km² ali slabih 20% površine Slovenije, sledi Spodnje Posavje s Kozjanskim s 1.029 km² ali 5,1% površine Slovenije. Ostala tri območja 8° MCS so znatno manjša, največje je znano ilirskobistriško s približno 133 km².

V 7° MCS ogroženosti je v Sloveniji eno samo sklenjeno in močno razvejano območje, ki se razteza od Primorske, preko osrednje Slovenije, dela Kamniških ali Savinjskih Alp, dalje proti vzhodni Sloveniji vse do Goričkega in Lendave. To je največje območje, s 11.457 km², kar je več kot polovico Slovenije (56,55%).

V 6° MCS, to je najmanj ogroženih območij, sodi pet območij, in sicer: istrsko (6a), notranjsko (6b), koroško s Pohorjem (6c), vzhodnogoričko (6d) in spodnjelendavsko (6e). Pred potresnimi poškodbami razmeroma vami površin je v Sloveniji le 2.469 km² ali 12,19%. Od teh območij je največje koroško s Pohorjem s 1.304 km² ali 6,44% površine Slovenije, sledi notranjsko s 927 km² ali 4,55% površine Slovenije. Ostala območja 6° MCS so znatno manjša.

Potrese z jakotjo od 8 in 9° MCS lahko pričakujemo na kar 31,26% ozemlja Slovenije. Ob le-teh lahko pričakujemo nastanek precejšnje materialne škode; če k temu prištejemo še območje s pričakovanimi potresi do 7° MCS, v katerih lahko še vedno pride do znatne materialne škode, je razmeroma močno ogrožene kar 87,81% površine Slovenije.

Prebivalstvo v MCS območjih

Ugotovitev števila prebivalstva v posameznih MCS območjih sloni na popisu prebivalstva iz leta 1981. Pomagali smo si tudi z osnovnimi materiali za elaborat »Poselitvena problematika SRS« (Urbanistični inštitut SRS, 1982), v katerih so podatki o prebivalstvu in drugi podatki zbrani po 392 matičnih okoliših. Karto matičnih okolišev smo prekrili zčasno seizmično karto SR Slovenije. V primerih, ko meje seizmičnih območij sekajo meje matičnih okolišev, smo si pomagali s podatki popisa prebivalstva po naseljih. Kraj, ki je bil na izolaciji, smo uvrstili v območje višje stopnje MCS (tabela 1).

Tabela 1: Prebivalstvo in družbeni proizvod po MCS območjih

Območja maksim. MCS jakosti	Površina km ²	%	Prebiv. 1981	Delež prebiv.	Preb./km ²	Delež v kateg.	Družb. proizv. v v milij. din	DP/preb. v tisočih din
9a tolminsko	398,33	1,96	15.240	0,81	38	10,66	1.910	125,328
9b idrijsko	111,19	0,55	10.569	0,56	95	7,40	1.687	159,618
9c ljubljansko	232,72	1,15	99.563	5,27	428	69,67	27.147	272,661
9d brežiško	120,73	0,60	17.539	0,93	145	12,27	1.875	106,905
9 S k u p a j	862,97	4,26	142.911	7,57	166	100	32.619	228,247
8a kranjskogorsko	130,97	0,65	5.068	0,27	39	0,74	1.157	228,295
8b zahodnoalpsko	3.979,60	19,64	546.708	28,97	137	79,84	108.146	197,813
8c ilirsko-bistriško	132,64	0,65	10.771	0,57	81	1,57	1.870	173,614
8d spodnjeposavsko-kozjansko	1.029,47	5,08	105.441	5,59	102	15,40	15.144	143,625
8e belokranjsko	197,78	0,98	16.785	0,89	85	2,45	2.537	151,147
8 S k u p a j	5.470,46	27,00	684.773	36,29	125	100	128.854	188,170
7 Primorska, osrednja in vzhodna Slov.	11.457,18	56,55	920.160	48,77	80	100	154.267	167,652
6a istrsko	43,13	0,21	987	0,05	23	0,71	205	207,700
6b notranjsko	927,08	4,58	50.309	2,67	54	36,18	8.259	164,165
6c koroško s Pohorjem	1.303,97	6,44	78.683	4,17	60	56,57	11.922	151,519
6d vzhodnogoričko	153,22	0,76	6.520	0,34	43	4,69	658	100,920
6e spodnje lendavsko	41,46	0,20	2.569	0,14	62	1,85	277	107,824
6 S k u p a j	2.468,86	12,19	139.068	7,37	56	100	21.321	153,313
Slovenija s k u p a j	20.259	100,00	1.886.912	100,00	93	—	337.061	178,631

V območjih 9° MCS je leta 1981 prebivalo 143.911 ljudi ali 7,57% prebivalstva Slovenije. V ljubljanskem območju (99.563 prebivalcev) — sem sodi občina Ljubljana-Center, del prebivalstva občine Ljubljana Vič-Rudnik in del prebivalstva občine Vrhnika — je kar 5,27% prebivalstva Slovenije. Po številu prebivalstva sledi brežiško območje s 17.539 prebivalci, nadalje tolminsko s 15.240 in idrijsko z 10.569 prebivalci.

Gostota prebivalstva je največja na ljubljanskem območju, kar 482 preb./km² (Slovenija 93 preb./km²), na brežiškem je 145. Blizu povprečju je gostota prebivalstva na idrijskem območju, kjer znaša 95. Znatno podpovprečna gostota je na tolminskem območju (38 preb./km²). Zaradi Ljubljane je povprečna gostota poselitve na potresno najbolj ogroženih območjih (9° MCS) nadpovprečna.

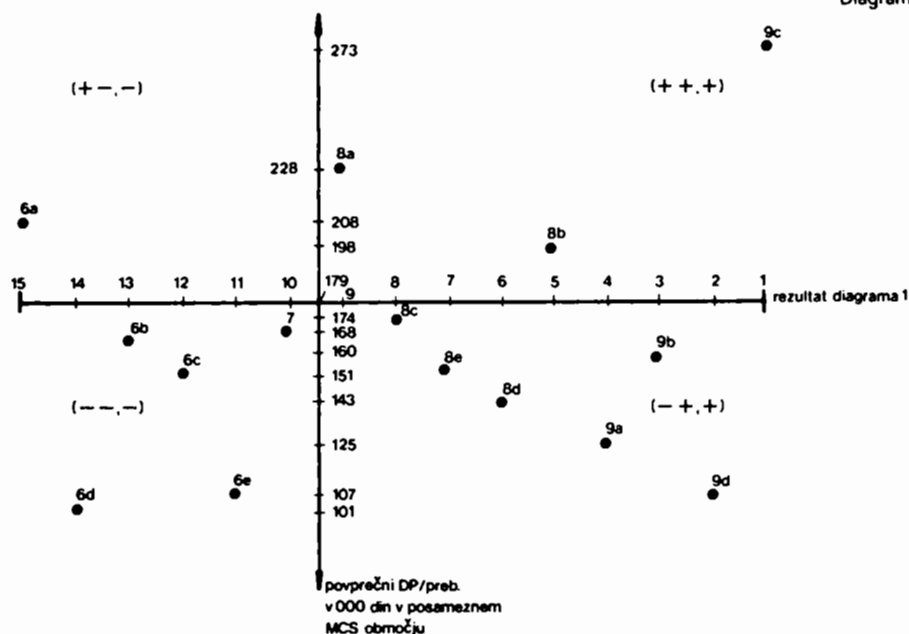
V Sloveniji ob potresih v tem stoletju ni bilo smrtnih primerov, ker niso bili izjemno močni. Če bi Ljubljano prizadel potres, kot je prizadel Skopje leta 1963, ni izključeno, da bi bilo več sto ali celo preko 1000 mrtvih.

V območjih 8° MCS prebiva 684.773 prebivalstva Slovenije ali 36,29%. Skupaj z območji 9° MCS je potencialno močno ogroženih kar 43,86% Slovencev. 546.708 ljudi prebiva v zahodnoalpskem (8b) območju s povprečno gostoto 137 prebivalcev na km². Nadpovprečno gosto poseljeno je še spodnjeposavsko-kozjansko območje s povprečno gostoto 102 (105.441 prebivalcev). V vseh ostalih območjih je manj prebivalcev s podpovprečno gostoto poselitve.

V območju 7° MCS prebiva 920.160 ljudi ali 48,77% prebivalstva Slovenije s podpovprečno gostoto poselitve (80). V območjih 9, 8 in 7° MCS skupaj prebiva kar 92,63% prebivalstva Slovenije. Ob potresih 7 ali večje stopnje MCS je torej verjetnost, da bi kar preko 90% prebivalcev Slovenije lahko utrpelo škodo.

V potresno manj ogroženih območjih 6° MCS ali razmeroma potresno varnih območjih, ki obsegajo 12,19% Slovenije, prebiva malo, le 139.068 ali 7,37% prebivalcev, s povprečno gostoto le 56 na km².

Če postavimo, da je v smislu potencialne potresne ogroženosti povezava med največjo pričakovano potresno stopnjo in gostoto prebivalstva v posameznem območju, je le-ta večja v gosteje poseljenih območjih. Ta odnos prikazujemo v diagramu 1.



Močno izstopa ljubljansko območje, sledita brežiško in idrijsko. V to skupino lahko uvrstimo tudi dvojce območij v 8° MCS z nadpovprečno gostoto prebivalstva, ki je največja na zahodnoalpskem (8b) območju in blizu povprečja na spodnjeposavskem — kozjanskem (8d) območju.

Območja 9 in 8° MCS s podpovprečno gostoto prebivalstva so: tolminsko (9a), belokranjsko (8e), ilirskobistriško (8c) in kranjskogorsko (8a).

V tretjo skupino z razmeroma nizko največjo pričakovano potresno stopnjo 7 in 6° MCS in nadpovprečno gostoto prebivalstva se ni uvrstilo nobeno opazovano območje. To kaže, da so območja, v katerih ne pričakujemo izjemno močnih potresov, podpovprečno gosto poseljena. Obsežno območje 7° MCS ima gostoto, ki je malo pod slovenskim povprečjem. V 6° MCS so razvrščena območja po gostoti prebivalstva, kot sledi: spodnjelendavsko (6e), koroško s Pohorjem (6c), notranjsko (6b), vzhodnogoričko (6d) in istrsko (6a).

Če postavimo v ospredje potresno jakost in nato razvrstitev po gostoti poselitve, si sledijo območja v naslednjem vrstnem redu: 1. ljubljansko (9c), 2. brežiško (9d), 3. idrijsko (9b), 4. tolminsko (9a), 5. zahodnoalpsko (8b), 6. spodnjeposavsko — kozjansko (8d), 7. belokranjsko (8e), 8. ilirskobistriško (8c), 9. kranjskogorsko (8a), 10. Primorska, osrednja in vzhodna Slovenija (7), 11. spodnjelendavsko (6e), 12. koroško s Pohorjem (6c), 13. notranjsko (6b), 14. vzhodnogoričko (6d) in 15. istrsko (6a). Ta razporeditev ne daje bistveno drugačne slike od prve (v nadaljevanju smo jo uporabili v diagramih 2, 3 in 4).

Po kapaciteti ogroženega prebivalstva v obeh primerih daleč izstopa Ljubljana. Tolminsko območje je na četrtem mestu in to na račun razmeroma majhne gostote. Enako močni potresi kot na Tolminskem oziroma v Posočju 1976 bi bili na ljubljanskem območju zaradi večje kapacitete še bolj nevarni.

Družbeni proizvod

Proučevanje posledic potresov v Posočju (Orožen, 1978) je pokazalo, kako pomembno je ugotoviti družbeni proizvod, to je količino (maso) in vrednost proizvedenih dobrin. Izračunali smo tudi povprečni družbeni proizvod 1981 na prebivalca. Podatki o družbenem proizvodu so iz Statistične informacije št. 319 (Zavod SR Slovenije za statistiko, december 1982, Ljubljana). Izračun zajema akumulacijo, čiste osebne dohodeke in prejemke, kar predstavlja skupaj narodni dohodek in še amortizacijo (tabela 1).

V diagramu 2 smo primerjali rezultate iz diagrama 1, kjer smo dobili razvrstitev območij od 1 do 15 glede na stopnjo potresne ogroženosti in gostoto poselitve, s povprečnim družbenim proizvodom na prebivalca.

Daleč v ospredju je ljubljansko območje (9c), ki ima največ ogroženega prebivalstva in največji povprečni družbeni proizvod na prebivalca (272.661 din). Nadpovprečni družbeni proizvod na prebivalca imata v 8° MCS še kranjskogorsko in zahodnoalpsko ali pretežno gorenjsko območje (8b). V teh najbogatejših območjih lahko ob potresih pričakujemo tudi največji izpad družbenega proizvoda. Po drugi strani pa je tod največji lastni potencial prebivalstva in gospodarstva za morebitno potresno obnovo. Istrsko območje (6a) ima nadpovprečni družbeni proizvod na prebivalca, vendar je ta podatek posledica načina izračuna, ker za to majhno območje razpolagamo le s podatkom o družbenem proizvodu na prebivalca v občini, pomnožen s številom prebivalcev v tem območju. Domnevno je na tem majhnem, razmeroma precej odmaknjenem ter pretežno agrarnem območju družbeni proizvod pod slovenskim povprečjem.

V skupino MCS območij z visoko stopnjo ogroženosti, izkazano v diagramu 1, in podpovprečnim družbenim proizvodom na prebivalca se uvršča kar pet območij, in to tri z 9° in dve z 8° MCS. Močno v ospredju je brežiško območje (9d) z izredno nizkim povprečnim družbenim proizvodom (106.905 din). Podpovprečni družbeni proizvod na prebivalca je tudi na idrijskem (9b) (159.618 din) in na tolminskem (9a), kjer je še nižji (125.328 din). Sledi spodnjeposavsko-kozjansko območje s 143.625, belokranjsko (8e) s 151.147 din in še ilirskobistriško območje z rahlo podpovprečnim družbenim proizvodom (173.614 din).

V skupini potresno razmeroma manj ogroženih oziroma varnih območij je pet območij. Sem sodi domnevno tudi istrsko (6a) območje. Močno v ospredju je zaradi najnižjega družbenega proizvoda vzhodnogoriško (6d) in spodnjelendavsko (6e) območje. Ostala območja (koroško s Pohorjem, notranjsko in veliko sklenjeno območje 7° MCS) so po povprečnem družbenem proizvodu na prebivalca blizu slovenskemu povprečju. Ta območja so primerna za lociranje potresno občutljivih naprav, ker bi bila tudi gradnja cenejša.

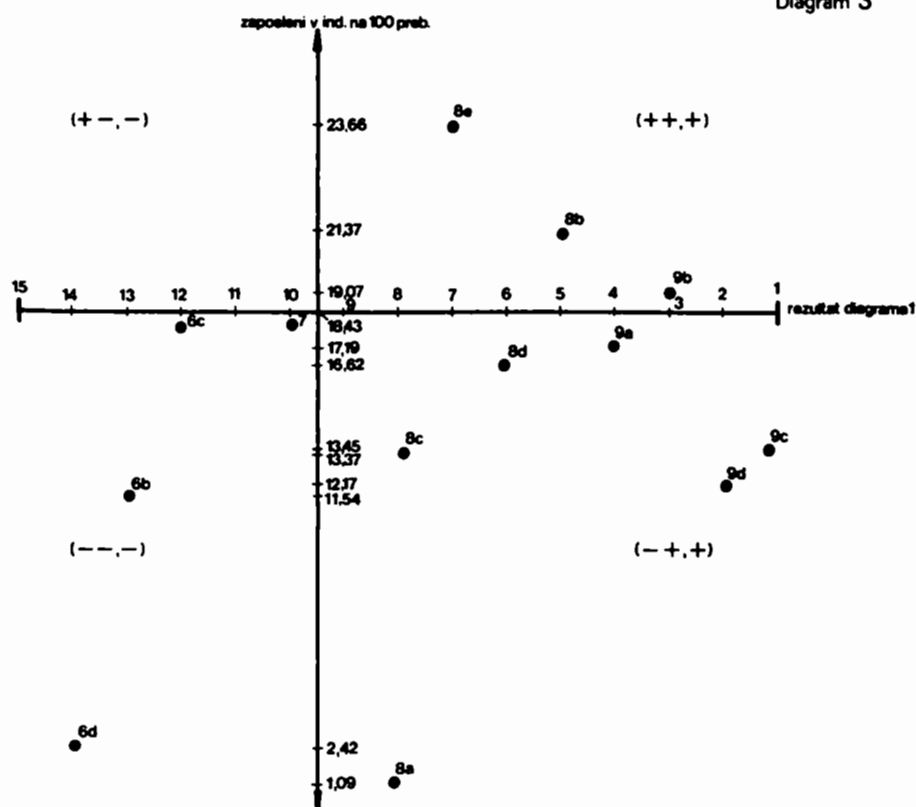
Industrija

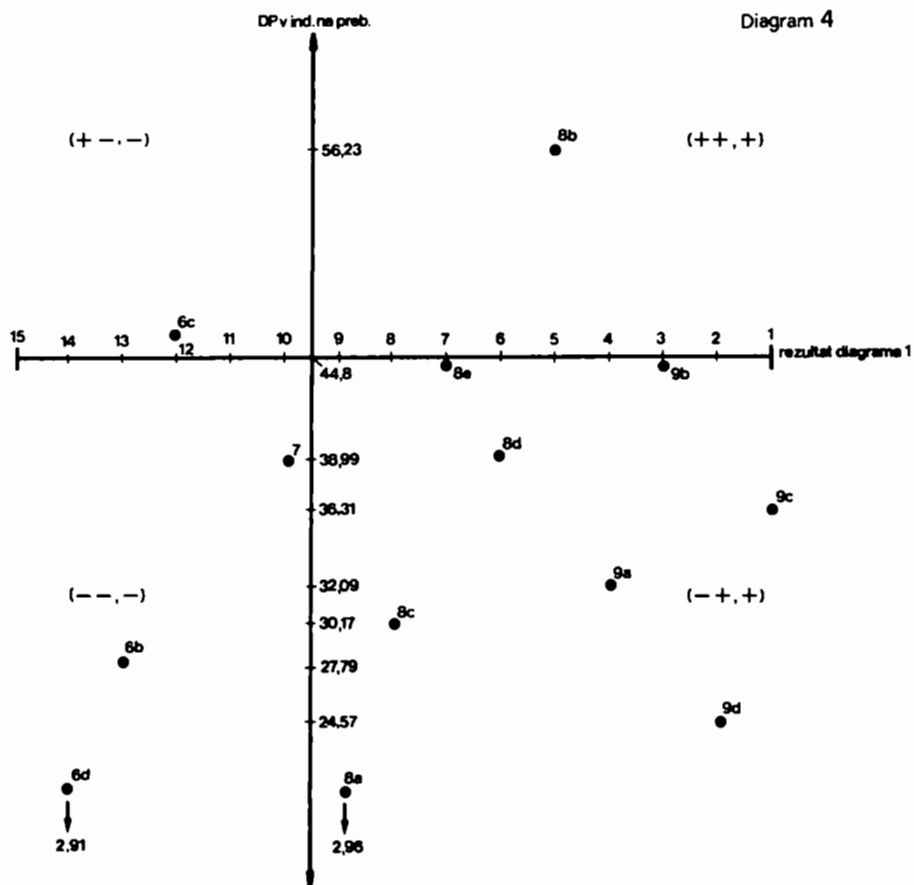
Zbirni podatki o družbenem proizvodu nam povedo znatno manj kot o družbenem proizvodu po sektorjih dejavnosti. zato smo posebej analizirali industrijo. Oprli smo se na Vrišerjevi študiji o industriji (1980, 1981) in na osnovne podatke za ti dve študiji, ki nam jih je Vrišer ljubeznivo dal na razpolago. On je analiziral industrijo v Sloveniji ter Jugoslaviji s pomočjo števila zaposlenih v industriji in vrednostjo industrijske proizvodnje v letu 1979, ker so edino ti podatki dostopni za celo Jugoslavijo. Vrišer kritično ugotavlja, da število industrijskih obratov samo po sebi ne pove mnogo, ker so obrati različno veliki. Prav tako tudi število zaposlenih v industriji ni najboljši pokazatelj industrije in njene namestitve. To še zlasti velja za jugoslovansko industrijo, kjer prevladuje ekstenzivno zaposlovanje. Vendar so prav ti podatki o zaposlitvi edini, ki omogočajo primerjave za daljša obdobja.

Tabela 2: Zaposleni v industriji in družbeni proizvod v industriji po MCS območjih
Vir: osnovni podatki študij; V r i š e r, 1980, 1981

MCS območja	Zaposleni v industr.	Deleži	Družb. proiz. v industriji v milijonih din	Deleži	Koefficient industrializacije	
					A Štev. zaposl. v ind. na 100 prebivalcev	B Družb. proizv. ustvarjen v ind. v din na preb.
9a tolminsko	2.620	0,75	489	0,58	17,19	32,09
9b idrijsko	2.015	0,58	439	0,52	19,07	41,54
9c ljubljansko	13.311	3,83	3.615	4,28	13,37	36,31
9d brežiško	2.135	0,61	431	0,51	12,17	24,57
9 S k u p a j	20.081	5,77	4.974	5,88	14,05	34,80
8a Kranjskogorsko	55	0,02	15	0,02	1,09	2,97
8b zahodnoalpsko	116.846	33,60	30.740	36,37	21,37	56,23
8c ilirskobistriško	1.449	0,42	325	0,38	13,45	30,17
8d spodnjeposavsko-kozjarisko	17.528	5,04	4.106	4,86	16,62	38,94
8e belokranjsko	3.971	1,14	693	0,82	23,66	41,29
	139.849	40,21	35.879	42,45	20,42	52,40
7 Primorska, osrednja in vzhodna Slovenija	167.728	48,26	38.645	45,72	18,24	38,99
6a istrsko	—	—	—	—	—	—
6b notranjsko	5.806	1,67	1.398	1,65	11,54	27,79
6c koroško s Pohorjem	14.076	4,05	3.613	4,27	17,89	45,92
6d vzhodnogoriško	158	0,05	19	0,02	2,42	2,91
6e spodnjelendavsko	—	—	—	—	—	—
6 S k u p a j	20.040	5,76	5.030	5,95	14,41	36,17
Skupaj SRS	347.798	100	84.528	100	18,43	44,80
Jugoslavija	2.133.518	16,30	416.696	20,29	9,54	18,64

Diagram 3





Njihova slabost je tudi, da dajejo pretiran pomen dejavnostim z velikim številom zaposlenih (npr. lesna, tekstilna ali živilska industrija), in ne opredeljujejo obsega in vrednosti osnovnih sredstev. Prav zaradi tega so proizvodno zahtevnejše industrijske panoge pre malo poudarjene ali celo neustrezno prikazane.

Tudi gradivo o ustvarjenem družbenem proizvodu v industriji ima omejeno vrednost. Vrednost ustvarjenega družbenega proizvoda je zelo odvisna od vsakokratne davčne politike države in nekatere industrijske panoge so preveč v ospredju, druge pa zapostavljene. Ne glede na vse te kritične pripombe so ti podatki edini, ki nam kolikor toliko objektivno ilustrirajo kapacitete industrije po MCS območjih. Ker so ti osnovni podatki zbrani po občinah in naseljih, smo lahko s precejšnjo stopnjo natančnosti uvrščali obrate v naša MCS območja. Zbirni rezultati te analize so prikazani v tabeli 2.

Obsegajo:

1. število zaposlenih v industriji na 100 prebivalcev (po stanju 31. 12. 1979),
2. vrednost ustvarjenega družbenega proizvoda v industriji v dinarjih na prebivalca.

Rezultati teh dveh analiz so v diagramih 3 in 4 primerjani z rezultatom razvrstitve MCS območij iz diagrama 1. Dvoje manjših območij 6° MCS ogroženosti, istrsko (6a) in spodnjelendavsko (6e), nima nobene industrije. V spodnjelendavskem (6e) območju so

sicer Petišovci s petrokemično industrijo, toda sedež obrata in uprave je v Lendavi, to je v bolj ogroženem območju 7°MCS.

V območjih 9° MCS je skupno 5,77% vseh zaposlenih v industriji, ki prispevajo k industriji 5,88% družbenega proizvoda. Od tega odpade največ na ljubljansko območje (3,84% zaposlenih in 4,28% družbenega proizvoda). Glede na število zaposlenih v industriji na 100 prebivalcev ter povprečni družbeni proizvod na prebivalca to območje ni industrijsko nadpovprečno razvito. To, da je v njem relativno malo industrije, je razmeroma ugodno, ker bi ob potresu bil izpad slovenske industrijske proizvodnje razmeroma majhen. Podobno je tudi na brežiškem območju, kjer je delež v industriji zaposlenega prebivalstva in tudi ustvarjen družbeni proizvod na prebivalca še precej nižji kot na ljubljanskem območju. Na idrijskem območju se obe ti vrednosti gibljeta okrog slovenskega povprečja, oziroma je delež zaposlenih v industriji na 100 prebivalcev celo nekoliko nadpovprečen (19,07, slovensko povprečje je 18,43) a podpovprečen je družbeni proizvod, ustvarjen v industriji (44,80 v SRS, tu 41,54 din).

Na Tolminskem je presenetljivo visok delež zaposlenega prebivalstva v industriji, ki je celo blizu slovenskega povprečja (17,19), ki po drugi strani ustvarja izredno nizek družbeni proizvod (32,09).

V območjih 8° MCS je zaposlenega 40,21% slovenskega industrijskega prebivalstva, ki ustvarja 43,45% slovenskega industrijskega družbenega proizvoda. Močno v ospredju je zahodnoalpsko območje.

V območju 7° MCS ogroženosti je podpovprečna stopnja zaposlenosti prebivalstva v industriji. Prav tako je tudi z deležem industrijskega družbenega proizvoda. Vendar so v tem velikem sklenjenem območju precejšnje notranje razlike.

Sledi skupina območij 6° MCS, znotraj katerih kaže višjo stopnjo industrializacije 6c — Koroška s Pohorjem, kjer je locirano približno 70% industrije od vseh območij 6° MCS. V celoti je tu zaposlenega 5,76% slovenskega industrijskega prebivalstva, ki ustvarja 5,95% v slovenski industrijski ustvarjenega družbenega proizvoda.

Pred potresi je najbolj varna industrija na Koroškem in v vzhodni Sloveniji. Najbolj ogrožena je v zahodni Sloveniji, v Ljubljanski kotlini, v spodnjem Posavju z brežiškim območjem, na Tolminskem in še ponekod. Kazalo bi v najbolj ogroženih območjih 9° MCS locirati in razvijati tako industrijo, ki lahko deluje v razmeroma enostavnih in cenenih objektih, ter se izogiba lociranju industrij z obsežnimi, kompliciranimi in občutljivimi napravami. Potresno varna gradnja je v bolj ogroženih območjih dražja. To pa ne velja le za industrijo, temveč tudi za druge gradnje.

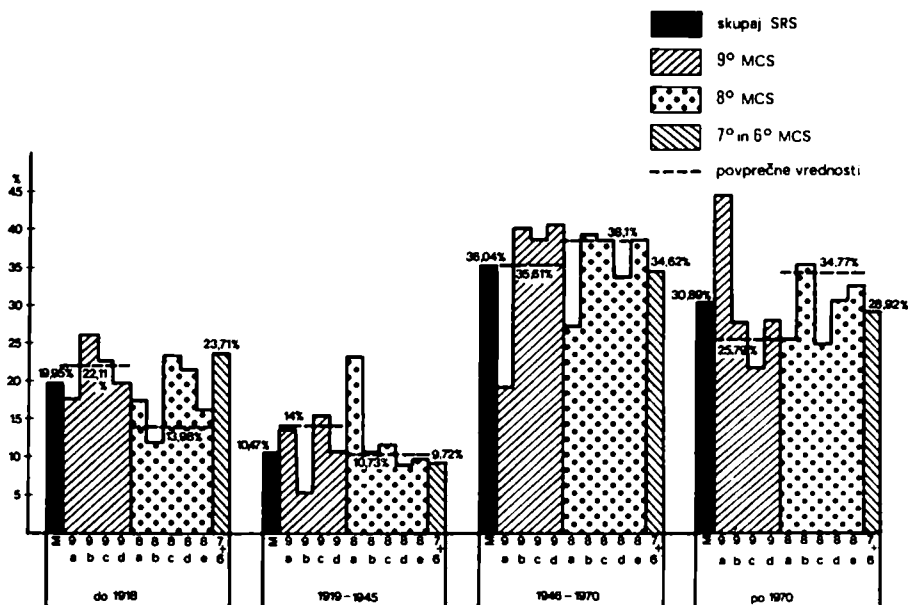
Stanovanja

Ob potresih v Posočju, na Kozjanskem in drugod po Jugoslaviji se je pokazalo, da je bilo najtežje v zelo kratkem času zagotoviti bivališča za prebivalstvo, ki je ostalo brez varnih stanovanj. Ni še bilo gradbeno tehnične ocene kvalitete in seizmične ogroženosti tega fonda. Zato smo si pomagali s statističnim popisom števila in starosti stanovanj. V Sloveniji je bilo leta 1981 skupaj 585.780 stanovanj (tabela 3). Od tega jih je bilo skupaj 116.255 ali 19,85% zgrajenih pred letom 1918. Med leti 1919 in 1945 je bilo zgrajenih in je še v uporabi 61.317 ali 10,47% stanovanj. Iz obdobja od 1946 do 1970 je v uporabi 211.088 ali 36,04% stanovanj, po letu 1971 zgrajenih ali le največ dobrih deset let starih stanovanj je 180.947 ali 30,89%. Za 16.173 ali 2,76% stanovanj nimamo podatka o starosti. Trdimo lahko, da so v večjem obsegu začeli potresno varneje graditi šele po potresu v Skopju (1963). Pri gradnjah pred letom 1918 še niso na široko uporabljali modernejših gradbenih materialov ali konstrukcij, ter je lahko velik del teh stanovanj zelo star in grajen na lokalno tradicionalen način. Tako je bilo v Posočju pred potresom leta 1976. Tudi v obdobju med obema vojnama, zlasti v času velike gospodarske krize, niso gradili dosti bolje. Zato je število teh stanovanj v območjih 9 in 8° MCS pomembno za potresno ogroženost.

Tabela 3: Stanovanja leta 1981 po MCS območjih in letu izgradnje

MCS območje	Leto zgraditve											
	do 1918	%	1919—1945	%	1946—1970	%	po 1971	%	neznano	%	skupaj	%
9a tolminsko	1.105	18,77	814	13,83	1.138	19,33	2.623	44,71	199		5.889	
9b idrijsko	996	25,96	207	5,40	1.539	40,1	1.044	27,29	52		3.838	
9c ljubljansko	7.857	22,59	5.359	15,41	12.934	37,19	7.721	22,2	912		34.783	
9d brežiško	1.044	19,89	585	11,15	2.108	40,16	1.435	27,34	77		5.249	
9 S k u p a j	11.002	22,11	6.965	14,00	17.719	35,61	12.833	25,79	1.240	2,50	49.759	8,5
8a kranjskogorsko	200	17,11	268	22,93	371	27,12	302	25,84	28		1.169	
8b zahodnoalpsko	21.017	11,98	19.381	11,05	68.574	39,07	62.624	35,68	3.926		175.522	
8c ilirskobistriško	890	23,51	467	12,34	1.433	37,84	947	25,01	50		3.787	
8d spodnje posavsko-kozjansko	8.309	21,82	3.383	8,89	12.897	33,87	12.175	31,98	1.315		38.079	
8e belokranjsko	917	16,15	558	9,83	2.155	37,95	1.921	33,83	128		5.679	
8 S k u p a j	31.333	13,98	24.057	10,73	85.430	38,10	77.969	34,77	5.447	2,43	224.236	38,28
7 ^o in vse 6 ^o MCS	73.920	23,71	30.295	9,72	107.939	34,62	90.145	28,92	9.486	3,05	311.785	53,20
S k u p a j	116.255	19,85	61.317	10,47	211.088	36,04	180.947	30,89	16.173	2,76	585.780	100

V območjih 9^o MCS je nad 17.967 stanovanj, ki so bila zgrajena pred letom 1945, v območju 8^o 55.390, ali skupaj z območji 9^o kar 77.357. To predstavlja 13,21% obstoječega stanovanjskega fonda. Stanovanj, zgrajenih v obdobju od leta 1946 do 1970, je v najbolj ogroženih območjih skupaj 103.149 ali 17,61%. Stanovanja, zgrajena po letu 1970, so potresno varnejše zgrajena, čeprav seveda ne moremo izključevati poškodb tudi med njimi in obratno: tudi nekateri starejši ter ustrezno grajeni objekti bi lahko dobro prenesli potresne sunke (Pravilnik... Ur. list, št. 39/64).



Po potresu v Posočju, ko so morali porušiti ali obnoviti veliko starih stavb, je stanovanj, ki so bila zgrajena pred letom 1945, razmeroma malo (1.919 ali 32,59%). Na Tolminskem je malo stanovanj, zgrajenih v obdobju 1945—1970, 19,33%. Vzrok je skromna zidava v tem obdobju. Močno nadpovprečen (44,71%) pa je delež stanovanj, zgrajenih po letu 1970, kar je posledica obnove stanovanj po potresu. V ostalih območjih 9° je delež stanovanj, zgrajenih po letu 1970, znatno nižji, na brežiškem območju 27,34%, na idrijskem 27,21% in na ljubljanskem območju le 22,2%. Na ljubljanskem območju je le 37,19% stanovanj, zgrajenih v letih 1946 do 1970, kar 38% ali 13.216 stanovanj pa je bilo zgrajenega pred letom 1945. Ob enako močnem potresu, ki je prizadel Posočje leta 1976, bi zaradi večje kapacitete ljubljanskega območja bila škoda večja.

Znatne poškodbe stanovanjskega fonda lahko pričakujemo tudi v območjih 8° MCS. Tod je manj starih stanovanj, in to zlasti v največjem 8b — zahodnoalpskem območju (23,03% ali 40.398). Vsa ostala območja 8° z izjemo 8d (Spodnje Posavje s Kozjanskim) so razmeroma manjša ter bi bile tudi posledice temu primerno manjše.

Kulturni spomeniki prve kategorije

Poizkusimo orisati še del finančno težko izmerljivih ali le deloma izmerljivih kapacitet s pomočjo publikacije Kulturni spomeniki Slovenije — spomeniki prve kategorije (Zavod za spomeniško varstvo SR Slovenije, Ljubljana 1974). Že pred nekaj leti sprejeta definicija določala, da uvrščamo med spomenike I. kategorije v Sloveniji tiste tipične ali ključne objekte, ki so najvišji dosežki ali pa najznačilnejši v svoji vrsti in ki so na nacionalnem geografskem prostoru nenadomestljivi. Za to imajo poleg nacionalnega tudi mednarodni pomen. Smiselno enaka določila kot naša ustava vsebuje tudi mednarodna listina o konzervaciji in restavraciji spomenikov in spomeniških območij, ki ugotavlja v svojem uvodu: »Zgodovinski spomeniki vseh narodov, nosilci duhovnih sporokov preteklosti, nam v sodobnosti pomenijo žive priče sto in tisočletnih izročil. Človeštvo se čedalje bolj zaveda obče dragocenosti človeških vrednot, jih šteje za svojo skupno dediščino ter priznava, da je kot celota odgovorna za to, kako jih bo ohranilo prihodnjim rodovom. Naša dolžnost je, da jim jih predamo v vsem bogastvu njihove pristnosti.«

Po tej publikaciji je v Sloveniji skupaj 604 kulturnih spomenikov prve kategorije. Ne moremo ugotoviti, kateri od njih bi bili ob potresih ogroženi ter v kakšni meri. Upoštevali smo le fizično število kulturnih spomenikov prve kategorije po območjih (tabel 4). Na območjih 9° MCS je skupaj 34 takih spomenikov ali 5,7% od vseh. Na območjih 8° MCS je skupaj 245 spomenikov I. kategorije ali 40,6% od vseh. Smatramo lahko, da je zaradi možnosti rušilnih potresov v teh dveh območjih ogrožena slaba polovica vseh naših kulturnih spomenikov I. kategorije.

Tabela 4: Kulturni spomeniki I. kategorije po MCS območjih

MCS območje	zgodovinski	arheološki	urbani	umetniški	etnološki	tehniški	skupaj	%
9a tolimsko	3	3	1	1	2	—	10	1,7
9b idrijsko	—	—	—	1	1	1	3	0,5
9c ljubljansko	4	2	1	4	2	—	13	2,2
9d brežiško	1	2	1	1	3	—	8	1,3
9 S k u p a j	8	7	3	7	8	1	34	5,7
8a kranjskogorsko	1	—	—	—	2	—	3	0,5
8b zahodnoalpsko	45	19	11	47	50	6	178	29,5
8c ilirskobistriško	—	2	1	1	1	1	6	1,0
8d spodnjeposavsko-kozjansko	4	6	3	17	2	1	53	8,8
8e belokranjsko	2	2	—	—	1	—	5	0,8
8 S k u p a j	52	29	15	65	76	8	245	40,6
7°	59	44	19	77	73	3	275	45,5
6a istrsko	—	—	2	—	—	—	2	0,3
6b notranjsko	6	1	1	1	2	—	11	1,8
6c korško s Pohorjem	12	3	3	11	6	—	35	5,8
6d vzhodnogorično	—	—	—	1	1	—	2	0,3
6e spodnjelendavsko	—	—	—	—	—	—	—	—
6 S k u p a j	18	4	6	13	9	—	50	8,2
S k u p a j	137	84	43	162	166	12	604	100

Namesto zaključka

Sliko po občinah, ki so osrednje upravne, akcijske in organizacijske enote, kaže tabela 5.*

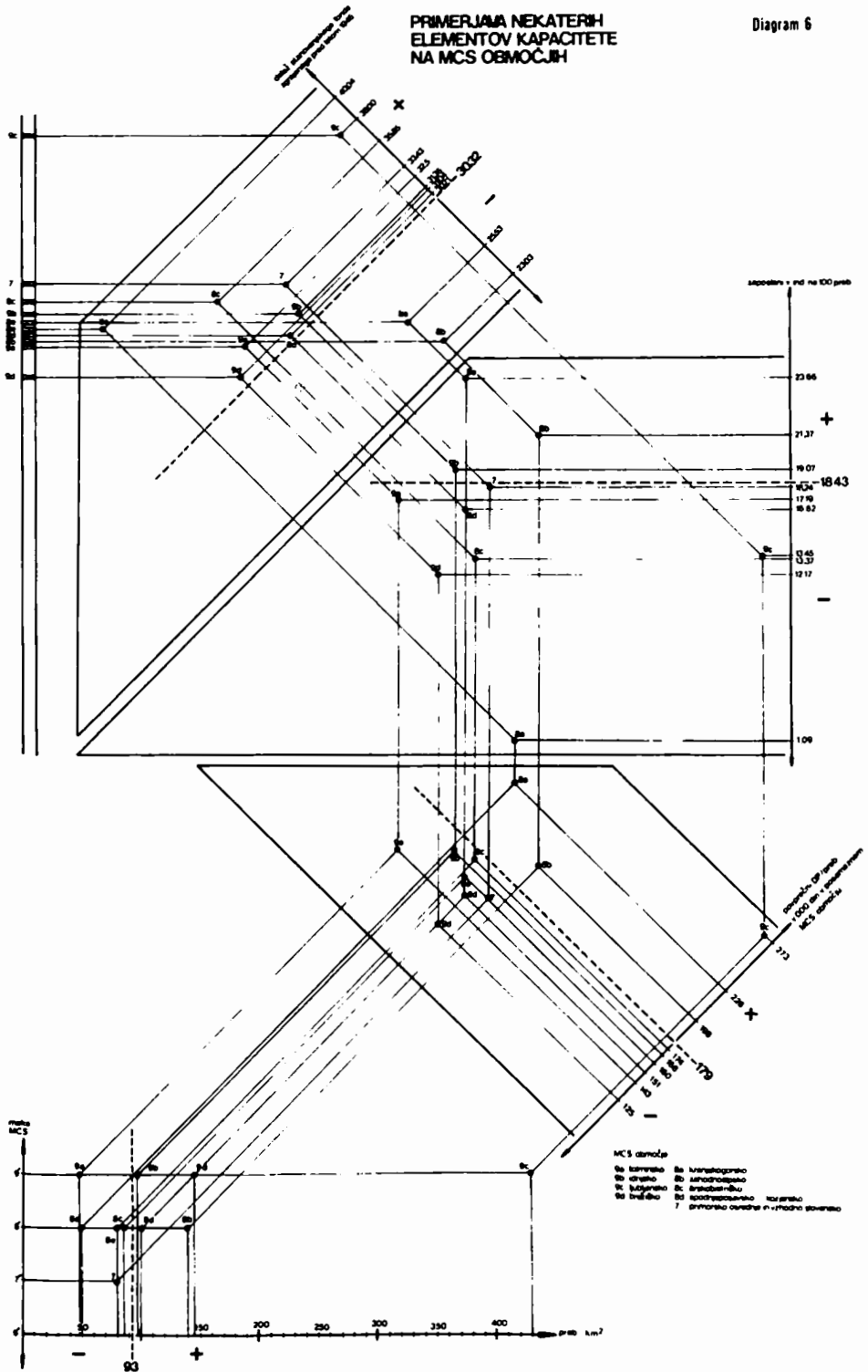
Tabela 5: Občine v SRS po številu in stopnji potencialno ogroženega prebivalstva, 1981
maksimalna MCS stopnja/število prebivalstva

Občina	9°	8°	7°	6°
1. Ljubljana Vič-Rudnik	52.694	13.773	6.134	895
2. Ljubljana Center	33.214			
3. Brežice	17.539	7.588		
4. Tolmin	15.068	5.277	402	
5. Vrhnika	13.655	3.909		
6. Idrija	10.569	6.801		
7. Nova Gorica	172	38.273	21.832	
8. Ljubljana Šiška		81.694		
9. Kranj		65.414	682	
10. Ljubljana Moste		61.009		
11. Ljubljana Bežigrad		55.098		
12. Novo mesto		38.276	16.406	
13. Domžale		38.276	1.226	
14. Škofja Loka		35.200		
15. Radovljica		32.716	32	
16. Krško		27.809		
17. Kamnik		22.813	3.565	
18. Šmarje pri Jelšah		18.745	12.644	
19. Ajdovščina		14.772	7.809	
20. Litija		14.186	3.065	
21. Trzin		13.626	289	
22. Grosuplje		12.067	12.446	26
23. Postojna		11.852	7.973	
24. Ilirska Bistrica		10.771	4.167	
25. Črnomelj		10.638	7.741	
26. Jesenice		8.430	21.556	
27. Logatec		8.289		
28. Sentjur pri Celju		7.157	11.264	
29. Metlika		7.147	692	
30. Cerknica		6.520	7.741	
31. Laško		4.277	14.437	
32. Sevnica		1.104	18.204	
33. Maribor			179.686	4.512
34. Ptuj			67.591	
35. Celje			63.843	
36. Murska Sobota			58.650	6.520
37. Koper			40.900	987
38. Velenje			37.856	
39. Zalec			37.027	
40. Slovenska Bistrica			26.994	5.742
41. Lendava			23.994	2.569
42. Sežana			23.484	
43. Gornja Radgona			20.585	
44. Trbovlje			18.734	
45. Ljutomer			18.518	
45. Ormož			17.924	
47. Slovenske Konjice			17.859	2.665
48. Trebnje			17.256	
49. Lenart			16.996	
50. Zagorje ob Savi			16.435	
51. Mozirje			15.792	
52. Piran			15.233	
53. Izola			12.426	
54. Hrastnik			10.979	
55. Ravne na Koroškem			4.116	21.805
56. Kočevje			296	36.990
57. Slovenj Gradec				19.074
58. Radlje ob Dravi				16.871
59. Ribnica				12.113
60. Dravograd				8.014
SR Slovenija	142.911	684.773	920.160	139.068

* Skupni podatki o številu prebivalstva so lahko nekoliko različni od končnih statističnih podatkov popisa prebivalstva, ker smo si pri razvrstitvi prebivalstva v območje morali pomagati s predhodnimi statističnimi podatki, zbranimi po naseljih (Popis .. 1981). Te razlike pa niso velike.

PRIMERJAVNA NEKATERIH
ELEMENTOV KAPACITETE
NA MCS OBMOČJIH

Diagram 6



V območja 9° MCS sega v celoti ali deloma sedem občin. Po številu prebivalstva je daleč na prvem mestu, močno heterogena, občina Ljubljana Vič-Rudnik, sledijo občine Ljubljana-Center, Brežice, Tolmin, Idrija in Nova Gorica.

Kar 25 slovenskih občin sega v območja 8° MCS. Na prvem mestu je občina Ljubljana Šiška, sledijo občine: Kranj, Ljubljana Moste-Polje, Ljubljana Bežigrad, itd. 24 občin ima prebivalstvo v območjih 7° ali 6° MCS in le 4 občine so po površini izključno v območjih 6° MCS.

Ta razvrstitev občin pomeni sicer nepopolno, a praktično opozorilo, v katerih slovenskih občinah naj bodo priprave za morebitno potresno nezgodo še posebej skrbne. To zlasti velja za 32 občin ali za več kot polovico, ki imajo prebivalstvo v območjih 9 ali 8° MCS in kjer lahko pričakujemo večje potresne posledice.

Z diagramom 6 smo izdelali primerjavo rezultatov nekaterih od opisanih analiz. Po kapacitetah močno izstopa ljubljansko območje 9° MCS (9c). V njem sta največja koncentracija prebivalstva in povprečni družbeni proizvod na prebivalca. Stopnja industrializacije je tu razmeroma majhna (v absolutnem smislu je velika), v ospredju so tudi druge dejavnosti, pri čemer ne gre pozabiti centralnih funkcij tega območja, na katerem je delež razmeroma starih in potresno neustreznih stanovanj velik (stanovanja zgrajena do leta 1946). Zato moramo upravičeno smatrati ljubljansko območje (9c) za relativno najbolj ogroženo območje v Sloveniji.

Literatura in viri:

- Kulturni spomeniki v Sloveniji — spomeniki prve kategorije. Zavod za spomeniško varstvo SR Slovenije, Ljubljana 1974
- Orožen, M., 1978: Posledice potresov leta 1976 v SR Sloveniji. Geografski zbornik 18, Ljubljana Statistična informacija 319. Zavod SR Slovenije za statistiko Ljubljana 1982
- Poselitvena problematika SRS — osnovni podatki, Urbanistični inštitut SRS, Ljubljana 1982
- Popis prebivalstva, gospodinjstev in stanovanj v SR Sloveniji 31. 3. 1981. Prvi podatki po naseljih. Rezultati raziskovanj št. 228, Zavod SR Slovenije za statistiko, Ljubljana 1981
- Pravilnik o začasnih tehničnih predpisih za graditev v seizmičnih območjih. Uradni list SFRJ, št. 39, 1964
- Pravilnik o normativih za graditev objektov visoke gradnje na seizmičnih območjih. Uradni list SFRJ, št. 31, 1981
- Pravilnik o spremembi pravilnika o tehničnih normativih za graditev objektov visoke gradnje na seizmičnih območjih. Uradni list SFRJ, št. 49, 1982
- Vrišer, I., 1980: Industrializacija Jugoslavije. Geographica Slovenica 10, str. 209—222. Ljubljana
- Vrišer, I., 1981: Razmestitev industrije v Jugoslaviji. Geographica Slovenica 12, str. 5—38, Ljubljana
- Začasna seizmična karta SR Slovenije 1:400.000, ZRMK Ljubljana, TOZD Geotehnika 1982

Summary Some capacities of Slovene seismic areas Milan Orožen Adamič

There are 15 seismic areas in Slovenia where we can expect earthquakes from 6 up to maximum 9° MCS. To four of 9° MCS areas maximum expectancy belongs together 4,26% of land where lives 142.911 people, this means 7,57% of population of SR Slovenia. To the areas of 8° MCS belongs 29% of land, where live 36,29% of population. In only one very extended area of 7° MCS live 48,77% of population on 56,55% of land. Finally there are five areas of 6° MCS on 12,19% of land where live only 7,37% of population. The Ljubljana area of 9° MCS have outstanding GNP per capita. On the other hand there is relatively low grade of industrialization, more outstanding are central functions of this area. The number of old and in many cases not safe flats is great. By its capacities the Ljubljana area is most outstanding and in relative sense we count it for the most threaten area in SR Slovenia.

VZROKI IN UČINKI REČNIH POPLAV NA SLOVENSKEM

Milan Šifrer

Avtor obravnava zasnovanost poplav in poplavnih področij na Slovenskem, prirodne dejavnike in vlogo človeka, ki je s svojimi posegi v pokrajino povzročil povečanje poplav in s sočasnim nasipanjem tudi prav krepko razširitev poplavnega sveta. Zato poplave že nevarno ogrožajo številna nova naselja. Intenzivnejše poseljevanje poplavnega sveta in opuščanje njegove tradicionalne izrabe (travniki, logi in pašniki) stopnjujeta nevarnost katastrof.

V Geografskem inštitutu Antona Melika ZRC SAZU smo posvetili proučevanju naravnih nesreč vseskozi veliko pozornosti. Že leta 1979 smo jih uvrstili med svoje osnovne naloge. Pri tej odločitvi so nas vodili znanstveni, pa tudi povsem praktični nagibi. Zavedali smo se namreč, da bo tovrsten študij močno poglobil naše znanje o naravnih nesrečah, istočasno pa bodo lahko tako pridobljena spoznanja koristno služila tudi vsem tistim posameznikom in ustanovam, ki se ukvarjajo z urejanjem prostora ter njegovo zaščito pred elementarnimi nesrečami. Tako smo v preteklih letih proučili že kar katastrofalne posledice raznih potresov, vzroke in učinke poplav, neurij pa tudi suše, žleda, snežnih in zemeljskih plazov, usadov in podorov, ki so zarezali v lice pokrajine močne sledove ter pogosto povzročili tudi veliko gospodarsko škodo (Melik 1954, Furlan 1962, Gams 1973, Šifrer, Žagar 1960, Šifrer 1961, 1978, 1981).

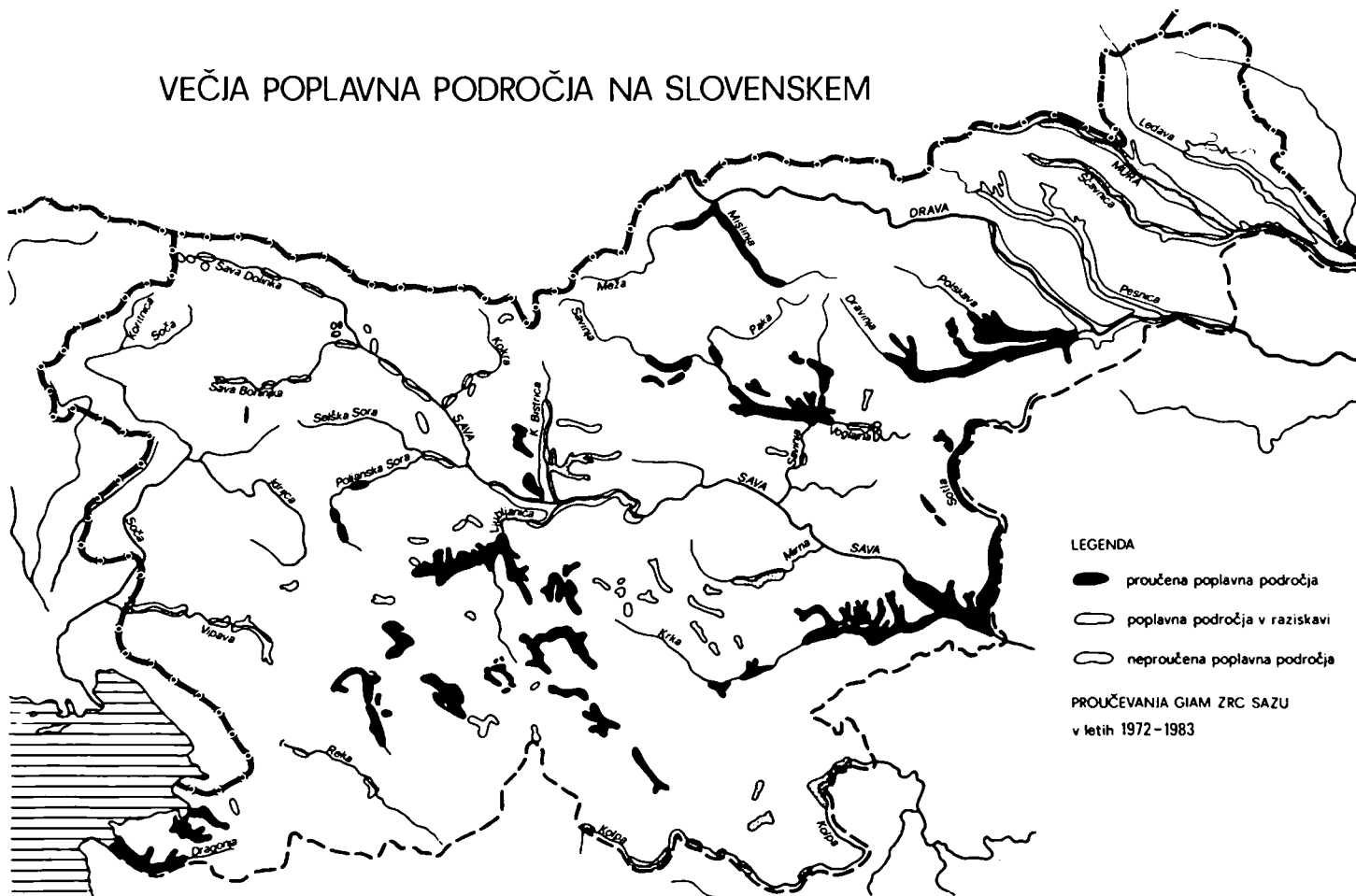
Posebno sistematično pa smo se leta 1972 lotili proučevanja geografije poplavnih področij na Slovenskem, to je tistih predelov, ki jih ne zalije samo voda vsakoletnih, ampak tudi izredno obsežnih in katastrofalnih poplav. Proučevali smo tudi poplavno zaledje, to je področje, s katerega teko vode proti poplavnemu svetu in ob tem ugotovili, da je poleg naravnih dejavnikov, kot so neotektonika, dediščina kvartarne morfogeneze ter klimatske in hidrološke razmere v veliki meri vplival na obseg poplav tudi človek sam s svojimi gospodarskimi posegi v naravo.

Doslej smo po enotni metodologiji, ki smo jo objavili v Geografskem vestniku (Radinja, Šifrer, Lovrenčak, Kolbezen, Natek 1974), proučili že 21 poplavnih področij (skupaj okrog 54.170,20 ha). Pri teh proučevanjih so poleg članov Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU (Ivan Gams, Svetozar Ilešič, Drago Meze, Milan Matek, Milan Orožen Adamič, Milan Šifrer in Marko Žerovnik) sodelovali tudi številni zunanji sodelavci (Marko Kolbezen, Andrej Kranjc, Franc Lovrenčak, Darko Radinja, Dušan Plut, Marjan Žagar — glej pregled literature).

Po viru Vodno gospodarstvo (1965) obsega poplavni svet okrog 63.000 ha, kar pomeni približno 3% vsega slovenskega ozemlja. Njegov obseg pa je najbrže še znatno večji, saj znaša površina že doslej proučenih poplavnih področij okrog 54.170,20 ha, skupaj s še preostalimi, doslej samo ocenjenimi (26.233 ha) kar okoli 70.403 ha. V to so

* Milan Šifrer, dr., znan. svetnik SAZU, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU, Novi trg 4, 61000 Ljubljana

VEČJA POPLAVNA PODROČJA NA SLOVENSKEM



še vse premalo zajeta številna manjša, 50—200 m široka, poplavna področja, ki spremljajo naše reke in potoke v gričevnatem in hribovitem svetu daleč navzgor po dolinah.

Naše objave zajemajo dognanja o vodnih in poplavnih razmerah (obseg poplav, pogostost poplav, sezonska razporeditev poplav in njihovo trajanje, hitrost poplavne vode itd.), o osnovnih razvojnih tendencah dolin in poplavnih področij, pa tudi o vzročni in funkcijski povezanosti med vsemi temi pojavi in človekom. Skušali smo kolikor mogoče podrobno osvetliti vlogo klimatskih in vremenskih razmer. Ob obilnih letnih padavinah (800—4000 mm) nas je še posebej zanimala vloga jesenskega deževja in tudi zelo pogostih in povsem rednih poletnih nalivov ter ploh. Ob takih ujmah se zlije v nekaj urah čez 100 in tudi 300 mm padavin. Zanimala pa nas je tudi vloga snega, saj ob hitrem taljenju spomladi in pri odjugh z dežjem v zimski polovici leta pride pogosto do obsežnih poplav.

Zaradi tako različnih vremenskih in klimatskih vplivov nastopajo poplave na naših rekah v vseh letnih časih, z viškom jeseni in spomladi, zelo pogoste pa so tudi poleti. Do njih pride enkrat, dvakrat in v ekstremnih primerih celo 14-krat na leto.

Podrobno pa smo se ukvarjali tudi z vlogo reliefa. Pri tem se je izkazal kot posebno pomemben položaj Slovenije v obodu panonske in jadranske kotline ter ustrezna prevlada močno razčlenjenega hribovitega sveta z obilico vododržnih hribin. Nobenega dvoma ni, da vse to močno pospešuje hiter in velik odtok vode v doline, s tem pa tudi poplave. Prav posebna pa so obsežna kraška področja, ki v glavnem nekoliko blažijo hiter pretok vode. Zato nastajajo ob rekah, tekočih na kras, obsežna poplavna področja, pri tistih, ki teko iz njega, pa poplave kasnije in trajajo dalj časa (v slepih dolinah, na kraških poljih in rekah, kot npr. ob Krki na Dolenjskem — Ilešič 1948). Pri različno hitrem odtoku vode iz hribovitega zaledja v doline in v prodna tla pa smo upoštevali tudi vlogo prsti, rastja in različne izrabe tal (Furlan 1962, Gams 1976, Ilešič 1948, Kolbezen-Žagar 1978, Kranjc 1980/81, 1981, Melik 1954, Meze 1978, 1980/81, 1981, 1983, Natek 1979, 1983, Orožen Adamič 1980, Plut 1980, Radinja, Šifrer, Lorenčak, Kolbezen, Natek 1974, 1976, Šifrer-Žagar 1960, Šifrer 1961, 1978, Šifrer, Lovrenčak, Natek 1981).

Močan poudarek smo dali pri našem proučevanju tudi ustreznemu geomorfološkemu razvoju poplavnega sveta. Učinki poplavnih voda so zelo odvisni od splošnih razvojnih tendenc posameznih dolin. To velja za območja poglobljanja, kot tudi nasipanja ter širjenja poplavnega sveta. Poznavanje tega razvoja pa je zelo pomembno tudi za prakso, saj lahko šele na osnovi tega izbiramo tehnične ukrepe, ki bodo ob različnem morfo-genetskem dogajanju najuspešnejši.

Položaj poplavnih področij in njihov obseg vzdolž rek in potokov se je med kvartarjem močno spreminjal in ni bil tako stalen, kot se je domnevalo doslej. Zavrtni smo morali tudi staro tezo, po kateri naj bi se poplavna področja razvila povečini že v zatišju pleistocenskega širokopoteznega nasipanja izpod ledenikov tekočih rek. Dolgo je namreč prevladovalo naziranje, da so te reke nasipale veliko močnejše kot pa tiste iz nepoledenelega sveta. Zato naj bi se ob slednjih razvila obsežna zaježitvena poplavna področja, na posebno ugodnih krajih, kjer se spodnji deli teh dolin iz tektonskih ali drugačnih vzrokov močno razširijo, pa bi prišlo celo do ojezeritev (npr. na Ljubljanskem barju — Melik 1935, 1959). Novejša proučevanja pa so pokazala, da so v poledenitvenih obdobjih poleg ledeniških alpskih rek (glaciofluvialno nasipanje) izredno močno nasipale tudi tiste iz nepoledenelega sveta (fluvioperiglacialno nasipanje). V poledenelih dolinah je prišlo do močnega nasipanja predvsem ob čelu ledenikov, v nepoledenelih pa v njihovih povimih delih, kjer je bil dotok periglacialnega drobirja po pobočjih še posebno izdaten. Ob enih in drugih rekah navzdol pa se je nasipanje hitro zmanjšalo. Zaradi tako vsesplošne ledenodobne akumulacije je bil obseg tedanjih poplavnih področij izredno velik, saj so se širila iz Furlanske ter Panonske ravnine po dolinah še daleč navzgor. Do posebno obsežnih poplav je prihajalo spomladi in tudi ob udorih toplega vlažnega zraka pozimi, ko so se zaradi hitrega topljenja ledenikov in snega sprostile velikanske količine vode, ki so se razlivalo zelo na široko in se v številnih rokavih predstavljale po tedanjih ravninah (Šifrer 1969, 1983).

V sledečih toplih obdobjih pa se je obseg poplavnih področij zopet močno skrčil. O tem smo se še posebej prepričali pri proučevanju geomorfološkega razvoja dolin po zadnji ledeni dobi, ko so po otoplitvi podnebja, hitrim umikanjem ledenikov ter poraščenju tal z gozdom prenehali vsi tisti procesi, ki so v predhodnem obdobju pripeljali do nasipanja. Ponovno se je uveljavila erozija, pri tem pa so prednjačile prodonosne, alpske reke, ki so na območju najmočnejšega vrezovanja poglobile svoje doline za 50—90 m. Zato je bilo ob njih tudi malo pogojev za razvoj obsežnejših poplavnih področij. Le-ta so se razširila šele ob njihovem vstopu iz območja Alp v Furlansko ali Panonsko kotlino. Tu je bila erozija tudi sedaj razmeroma skromna in zaradi pretransportiranja proda iz zgornjih delov dolin navzdol večkrat prekinjena, tako da je proces poglobljanja dolin zamenjalo nasipanje in bočno vrezovanje. Zato je prišlo na teh območjih v holocenu do močne razširitve poplavnega sveta, ki se ob teh rekah navzdol, kjer ledenodobna nasutina celo potone pod holocensko, še stopnjuje. Takšna obsežna poplavna področja ugotavljamo ob Soči pod Gorico, ob Savi pod Krškimi, ob Dravi pod Mariborom oziroma Ptujem in ob Muri pod Lipnico (Melik 1935, Šifrer 1961a, 1969, 1983, Šifrer, Lovrenčak, Natek 1981, Radinja 1969).

Te razvojne tendence pa so značilne tudi za pritoke teh glavnih rek. Tudi ob njih je prišlo do močnega poglobljanja dolin; v nekdanj poledenelih dolinah, predvsem od čela ledenikov navzdol (Tržiška Bistrica, Kokra, Kamniška Bistrica, Savinja in druge), v nepoledenelih, ki so bile v domeni periglacialnega preoblikovanja, pa v njihovih zgornjih delih. Precej manjša pa je bila erozija po teh dolinah navzdol, kjer so se razvila na območjih lokalnega tektonskega grezanja ali pa na močno pretrtih ter drugače slabo odpornih hribnih, v zavojih meandrov, med hudoumiškimi vršaji iz stranskih grap in za prodnimi nanosi glavnih alpskih rek, manjša pa tudi prav obsežna poplavna področja (npr. ob Vipavi, Sori, Ljubljani na Ljubljanskem barju, Pšati, Radomlji, Bolški, Dreti, Hudinji, Voglajni, Mimi, Krki, Sotli, Kolpi, Meži, Mislinji, Dravinji, Pesnici, Ščavnici, Ledavi — prim. Melik 1935, Šifrer 1961a, 1969, Šifrer, Lovrenčak, Natek 1981, Radinja 1969, Gams 1976, 1976, Kolbezen, Žagar 1978, Meze 1966, 1974, 1978, Natek 1979, 1983).

Lahko pa ugotavljamo tudi zanimive razlike med prodonosnimi alpskimi pritoki (Tržiška Bistrica, Kokra, Kamniška Bistrica, Sora, Dreta, Meža, Mislinja) in tistimi, ki pritekajo iz močno razpadljivega in vododržnega ali pa kraškega sveta ter nosijo s seboj veliko ilovnatoga plavja (Vipava, Pšata, Ljubljanka na Ljubljanskem barju, Radomlja, Hudinja, Voglajna, Mira, Krka, Sotla, Kolpa, Dravinja, Pesnica, Ščavnica, Ledava). Medtem ko so prvi v glavnem konkurirali eroziji glavnih rek in so tudi v spodnjih delih dolin na produ močno vrezovali, pa so bili drugi pri tem precej manj uspešni in so z ilovnato naplavino celo prekrili obsežne obronke dele prodnih ravnin. Zato so se ob njih razvila zelo velika poplavna področja (npr. ob Pšati, Radomlji in Rači, Krki, Ložnici v Savinjski dolini, Sotli, Polskavi, Ščavnici, Pesnici, Ledavi), največja pa so seveda tam, kjer se zaradi tektonike spodnji deli teh dolin močno razširijo. Takšno je tudi naše največje poplavno področje, Ljubljansko barje.

Zelo zanimivega postanka pa so tudi poplavne ravnice, ki so jih nasule v Slovenskem primorju proti Jadranu tekoče reke. Tudi ob njih je prišlo po zadnji ledeni dobi v zgornjih delih dolin do krepke erozije, ob morju pa do nasipanja. Nastajanje teh poplavnih ravnin se je začelo šele po obsežni transgresiji ob koncu zadnje ledene dobe, ko je morje zaradi staljenja velikih ledenih gmot hitro porastlo za okrog 90—100 m, zalilo znatne dele obsežne Furlanske ravnine in seglo tudi po dolinah Dragonje, Dmice, Rižane, Badaševce in Soče daleč navzgor (Šifrer 1965, Orožen Adamič 1980, Plut 1980).

Zelo značilna so tudi kraška poplavna področja. Razvila so se v slepih dolinah in na robnih kraških poljih, ki so nastala na stiku med normalnim in kraškim svetom (Grosupeljsko-Radensko polje, Dobrepolje, Ribniško-Kočevsko polje idr.), pa tudi na tistih sredi povsem kraškega sveta (npr. Globodol, Planinsko polje, Cerkniško polje,

Loško polje — Melik 1935, 1955, Gams 1973, 1981, Gospodarič-Habič 1979, Kranjc 1981/81, Kranjc-Lovrenčak 1981, Meze 1980/81, 1981, 1983). Njihov razvoj je tesno povezan z zelo zapletenimi in spreminjajočimi se razvojnimi značilnostmi kraškega sveta v zgornjem terciarju in kvartarju. Tako so že dosedanja proučevanja opozorila na to, da so bili v tem svetu izredno ugodni pogoji za zastajanja vode v poledenitvenih obdobjih, ko so se številni ponori zasuli s fluvio-periglacialno nasutino. To pa naj bi pripeljalo tudi do ojezeritev (Melik 1955, Šifrer 1967).

Pri razvoju današnjega poplavnega sveta pa je odigral pomembno vlogo tudi človek. Le-ta je s skrčenjem skoraj polovice gozdov, z obdelavo tal, z zgraditvijo 5977 manjših ter večjih naselij, s številnimi samotnimi kmetijami (naselja in kmetije zajemajo okrog 55.487,4 ha površine), z letališči ter zelo gosto cestno in železniško mrežo (na okrog 12.977 ha površine) močno spremenil vodne pa tudi poplavne razmere (po izračunih I. Božič 1978). Predvsem se je s tem močno povečal in pospešil odtok padavinske vode, okreplila pa se je tudi erozija prsti in linearna erozija. Zaradi tega je prišlo predvsem v zgornjih delih dolin do močne poglobitve strug in do nastanka številnih novih žlebov, ki razčlenjujejo pobočja. O eroziji pričajo tudi številni globoko zajedeni, opuščeni pa tudi še aktivni kolovozi in tudi številne močno razjedene ceste, ki se spremenijo ob neurjih v prave hudournike. S temi pojavi pa so povezani tudi številni zemeljski plazovi, ki so še pospešili razčlenjevanje pobočij in odnašanje velikanskih količin najrazličnejšega gradiva v doline.

V srednjih in spodnjih delih dolin pa je prišlo zaradi tega do močnega nasipanja, saj so se odložile pri tem tudi do 10 m debele plasti najrazličnejših ilovnatih in peščenih sedimentov, ob glavnih alpskih rekah pa tudi proda. V teh sedimentih so se ohranili ostanki opeke, keramike, žindre, v premogovnih področjih pa tudi premoga, ki nam omogočajo precej podrobno določitev njihove starosti. Tako lahko že na osnovi doslej zbranega gradiva domnevamo, da sežejo začetki tega nasipanja že zelo daleč nazaj v rimsko, ilirsko, mostiščarsko ali še starejše obdobje, potem pa se je nadaljevalo in se spreminjalo v skladu z različno intenzivnimi posegi človeka v pokrajino, pa tudi s sočasnimi klimatskimi spremembami. Zaradi tolikšnega nasipanja in ustreznega dviganja dna dolin pa tudi sočasnega širjenja poplavnega sveta so začele poplave nevarno ogrožati številna naselja, ki ob svojem postanku poplav najbrže skoraj niso poznala. Videti je, da bo mogoče prav s tem nasipanjem posrečeno razložiti tolikšno število po poplavih ogroženih nasej na Slovenskem, med katerimi so morali poplavam najbolj izpostavljene celo opustiti (npr. ob Savi med Krškimi in Brežicami, ob Savinji v Spodnji Savinjski dolini in drugod — Melik 1935, Lipušič 1957, Natek 1979).

K dviganju dna dolin in razširitvi poplavnega sveta so veliko prispevale tudi številne ceste in železnice, ki prečkajo poplavni svet, pa tudi pretesni propusti z mostovi ter številnimi jezovi. Za temi umetnimi pregradami se sedaj poplavna voda dalje zaustavlja in ob tem tudi močno nasiplje, kot smo se lahko sami prepričali ob številnih povodnjih. Zanimivo pa nam ilustrirajo to tudi po poplavnem svetu speljane ceste z na debelo nasutimi cestišči, ki sežejo precej globlje (1–2 m), kot pa je današnja višina poplavnih ravnin. V tem pogledu so še posebno zanimiva tista cestišča, v katerih se izmenjavajo plasti ilovnate in peščene rečne naplavine s plastmi gramozja, ki ga je nasul človek po vsaki večji povodnji (Šifrer 1981).

Zastajanje vode po poplavnem svetu in širjenje poplav stopnjuje tudi premajhna skrb za redno čiščenje regulacijskih in melioracijskih jarkov in strug. Gre za opuščanje dolžnosti in navad, ki jih je utrdilo že staro ljudsko pravo. Z uvedbo kosilnih strojev pa se opušča tudi košnja vzdolž jarkov in naravnih ter reguliranih strug. Zato se odmakalne naprave zelo hitro zaraščajo z bujnim travnim rastjem, grmovjem pa tudi drevjem ali pa se spreminjajo tudi v navadna odlagališča smeti. V njih končajo poleg najrazličnejšega drobnega odpadnega materiala tudi najrazličnejši gospodinjski in drugi stroji, pa tudi avtomobili. Številni melioracijski jarki pa tudi regulirane struge zelo hitro izgubljajo svojo vlogo in

postajajo celo ovira za hiter odtok poplavnih voda, kar pa seveda povečuje obseg in trajanje poplav.

Spremembe je prineslo na poplavni svet še hitro propadanje mlinov in žag ter ustreznih jezov po zadnji svetovni vojni (predvsem v letih 1945 do 1955). V tem času je propadlo več tisoč teh obratov pa tudi številni jezovi, ki so skozi stoletja blažili hiter odtok narastlih voda iz zgornjih delov dolin navzdol. Zato se je močno povečal hudourniški značaj teh rek in potokov pa tudi transport najrazličnejšega akumulacijskega gradiva, ki se je s sočasno erozijo v zgornjih delih dolin in odnašanjem številnih jezov ter za njimi nakopičenega gradiva še posebno močno povečal. Pri pretransportiranju tega gradiva je prišlo do lokalnega zasipanja strug in mlinščic ter s tem povezanega trganja bregov in odnašanja rodovitnih tal pa tudi najrazličnejših antropogenih objektov (gospodarska poslopja, ceste in mostovi — Gams 1976, Meze 1978). Na številnih krajih se je zato poplavni svet močno razširil. To je bilo mogoče še posebno zatrdno dokazati tam, kjer so začele poplave ogrožati tudi naselja, ki so bile pred tem izven njihovega dosega (ob Mirni pod Tržičem, ob Dreti v Gornji Savinjski dolini in drugod). Zaradi tega pogosto tudi v osrednjih in dolnjih delih dolin s porušenjem jezov ni prišlo do pričakovanega zmanjšanja obsega poplav (Melik 1954, Radinja, Šifrer, Lovrenčak, Kolbezen, Natek 1976, Gams 1976, Kolbezen, Žagar 1978, Meze 1978, Šifrer 1978, Šifrer, Lovrenčak, Natek 1981, Natek 1979, 1983, Orožen Adamič 1980, Plut 1980).

Hudourniški značaj rek in potokov pa povečujejo tudi številne lokalne regulacije, ki pospešujejo hiter odtok vode. Z njimi so sicer zaščitili številna naselja, pa tudi ceste in mostove ter na posameznih poplavnih področjih vsaj začasno omejili poplave. Vendar pa so se navzdol ob rekah učinki poplavnih voda še povečali. Zaradi hitrega dotoka velikih količin vode, ki je pred regulacijami tudi po več dni zastajala po poplavnem svetu, prihaja do pravega razdejanja z močnim poglobljanjem in širjenjem strug, trganjem meandrov, nasipanjem in tudi do širjenja poplavnega sveta.

O tako vsesplošno povečanem hudourniškem značaju rek in potokov nam zelo zgovorno priča tudi spodjedeno drevje, ki je pred vsemi temi posegi desetletja kljubovalo poplavam. Na takih krajih ostajajo zato bregovi nezaščiteni, prihaja pa tudi do hitrega odnašanja rodovitnih tal, spodjedanja cest pa tudi do ogrožanja hiš in naselij. Že ob srednje velikih poplavah udirajo vode v naselja, ki so jih še pred nedavnim dosegale samo največje povodnji (npr. ob Dravinji, Savi pod Brežicami pa tudi na številnih njenih pritokih, na Radenskem polju — Šifrer 1978, Meze 1978, 1981). Ogrožene pa so tudi že njihve po poplavnem svetu. Iz njih odnaša poplavna voda prst in izjeda do 1 m globoke depresije sredi travnikov, ki veliko uspešneje kljubujejo poplavnim vodam. To pa je na številnih krajih pripeljalo tudi že do opuščanja njiv, ki so desetletja kljubovale poplavnim vodam (npr. ob Savi pod Brežicami).

Z vsemi temi ugotovitvami se prav dobro sklada tudi značaj sedimentov po poplavnem svetu (Šifrer 1961a, 1978, Šifrer, Lovrenčak, Natek 1981). S čedalje intenzivnejšimi posegi človeka v pokrajino se je spreminjala tudi nasutina. Tako zasledimo skoraj po vseh poplavnih področjih v globljih plasteh močno organogene ilovnate plati, ki izvirajo iz časov, ko so pokrivali ta svet še obsežni gozdovi in ko so bili tudi posegi človeka v poplavno zaledje še razmeroma skromni. Navzgor postajajo sedimenti čedalje bolj peščeni, vmes pa so čedalje pogostejši tudi ostanki opeke, keramike, v najmlajših plasteh ob Savi pa tudi premoga. Še posebno grobopješčeni pa so v povrhnjih plasteh, kjer se mednje vpletajo čedalje številnejši prodniki. To nasipanje se na večini poplavnih področij še nadaljuje. O tem še posebno zgovorno pričajo globoko zasuti spodnji močno razširjeni deli drevesnih debel pa tudi opažanja ob poplavah. Samo v

zadnjih 40 letih so se dvignila dolinska dna tudi do okrog 80 cm. Tak značaj nasipanja smo ugotavljali po poplavnih ravninah ob Savi pod Krškimi, ob Ljubljani na Ljubljanskem barju, ob Pšati, Krki, Sotli, Hudinji, Voglajni, Dravinji, Pesnici, Ščavnici, Ledavi pa tudi na nekaterih obmorskih poplavnih ravninah, kjer je pod vplivom človeka prav tako prišlo do nasipanja (Šifrer 1961, 1976; Orožen Adamič 1980; Plut 1980).

Z nasipanjem čedalje bolj grobega gradiva pa so se tla po poplavnem svetu celo izboljšala. V obdobju plavljenja ilovic so bila tla močno nepropustna in vlažna, z nasipanjem čedalje bolj peščenega gradiva pa so se močno izboljšala, postala so propustnejša, tako da se voda iz njih takoj po umiku poplavnih voda v strugo odteče. Zato se tla precej hitro posušijo, obenem pa so postala tudi zračnejša, toplejša in za kmetijsko izrabo uporabnejša (Šifrer 1978).

Ogroženost poplavnega sveta pa odseva tudi v njegovi izrabi. Tam, kjer narastle vode vsako leto poplavlajo, tudi danes še vedno redno naletimo le na travnike, pašnike in loge, ki so, tako kaže, najgospodarnejša izraba tal v takšnih razmerah. O tem pričajo tudi številni ponesrečeni poskusi spreminjanja travnikov v najnižjem dolinskem dnu v njive. Zgodovinsko dokumentirani pa so tudi najrazličnejši poskusi poselitve poplavnega sveta, ki so se predvsem ob burnejših rekah pogosto prav tragično končali, tako da so morali tamošnji prebivalci opustiti tudi cela naselja in se preseliti na drug, pred poplavami varnejši kraj (Melik 1935; Lipužič 1957). Zato so videti tudi vsi današnji tovrstni poskusi zelo vprašljivi (prim. Melik 1954). To velja še posebej za področja, kjer spremlja poplave prav močno nasipanje.

Na to opozarjamo še posebej zato, ker se z radikalnimi tehničnimi posegi tradicionalna podoba poplavnega sveta prav v zadnjem času zelo hitro spreminja. Z obsežnimi regulacijami so vsaj začasno omejili obseg poplav in na nekaterih poplavnih tleh začeli urejati njive (npr. ob Pesnici, Polskavi, Ložnici pod Slovensko Bistrico, ob Spodnji Pšati, na Ljubljanskem barju, ob Dragonji Rižani in Badaševici). Po poplavnem svetu, ki pride pod vodo le ob ekstremnih povodnjih, pa se čedalje hitreje širijo tudi naselja s stanovanjskimi četrtmi in industrijskimi objekti ter ustreznimi cestami, mostovi, jezovi ter drugimi napravami, ki s svojimi nasipi povodensko vodo celo zadržujejo in s tem nevarnost katastrof še povečujejo. S pozidavo poplavnega sveta in z ustreznim utesnjevanjem poplavne vode se močno povečuje njena rušilna moč. O tem smo se lahko najbolje prepričali ob povodnji leta 1954 v Celju, ki je prav zaradi neupoštevanja teh naravnih zakonitosti ter precenjevanja moči tehnike pripeljala do tolikšne katastrofe (Melik, 1954).

S tem pa postane razumljivejša tudi zelo različna škoda, ki jo povzročajo povodnji v domeni rednih vsakoletnih poplav, ki je ostala povečini še ves čas v travnikih ter logih ter na gospodarsko veliko bolj razvitih področjih, ki jih dosegajo samo ekstremno velike povodnji. Zato je videti razmejitev poplavnega sveta na območja rednih vsakoletnih poplav in veliko manj pogostih ekstremnih poplav zanimiva tudi za vse tiste posameznike in ustanove, ki se ukvarjajo z njegovim urejanjem ter preurejanjem.

Iz spodnje tabele je razvidno, kolikšen obseg imajo področja rednih vsakoletnih poplav, ki smo jih že proučili in kolikšna so tista območja, ki jih poplavlajo le katastrofalne vode.

Poplavni svet	Področja rednih vsakoletnih poplav (v ha)	Področja, ki pridejo pod vodo le ob katastrofalnih poplavah (v ha)	Obseg poplavnega sveta (v ha)
Ljubljansko barje	2.353,10	5.681,10	8.034,20
Dravinja	3.511,00	3.043,00	6.554,00
Krka	5.167,00	1.012,20	6.179,20
Spodnja Savinjska dolina	3.157,90	1.130,90	4.288,80
Sava — med Krškim in Bregano	2.210,20	1.244,50	3.454,70
Sotla	2.692,70	558,50	3.251,20
Cerkniško polje	—	—	2.600,00
Kolpa	659,00	1.387,00	2.046,00
Pšata	614,20	898,80	1.513,00
Pivka	—	—	1.151,80
Planinsko polje	—	—	1.100,80
Rižana in Badaševica	—	—	1.077,00
Kočevsko-Ribniško polje	305,00	733,00	1.038,00
Mirna na Dolenjskem	787,90	188,90	976,80
Dragonja in Drnica	—	—	900,00
Hudinja	370,00	393,00	763,00
Mislinja	63,30	685,30	748,60
Dobropolje z Rašico	134,40	490,00	624,40
Bloke	331,80	258,40	590,20
Poljanščica	—	—	590,00
Grosupeljsko-Radensko polje	84,50	425,20	509,70

Pri ugotavljanju obsega poplavnega sveta smo se oslanjali na njegove reliefne, sedimentološke, pedološke in vegetacijske značilnosti. V veliko oporo pa so nam bila tudi pričevanja domačinov, ki živijo na poplavnem svetu ali pa v njegovi najbližji sosesčini. Pri tem pa nismo mogli upoštevati vseh sprememb, ki jih vnašajo na poplavni svet najnovejše regulacije, saj je preteklo od njihove zgraditve do danes še vse premalo časa, da bi lahko že sedaj na podlagi izkušenj podali dokončno oceno o njihovi uspešnosti.

Literatura

- Božič, I., 1978, Pojasnilo k registru površin naselij in infrastrukture po občinah in medobčinskih območjih. Ljubljana (Zavod za družbeno planiranje, Ljubljana).
- Furlan, D., 1961, Padavine v Sloveniji. Geografski zbornik, 6, Ljubljana
- 1962, Katastrofalno neurje nad Mežiško dolino 21. 6. 1961. Meteorološka klimatološka študija. Geografski zbornik, 7, Ljubljana.
- Gams, I., 1973, Prispevek h klasifikaciji poplav v Sloveniji. Geografski zbornik 20/1973, 1—2, 8—13, Ljubljana
- 1976, Hidrogeografski oris porečja Mislinje s posebnim ozirom na poplave. Geografski zbornik, 15, Ljubljana
- 1981, Poplave na Planinskem polju. Geografski zbornik, 20 (1980), Ljubljana
- Gospodarič, R., Habič, P., 1979, Kraški pojavi Cerkniškega polja. Acta carsologica 8 (1978), Ljubljana
- Ilešič, S., 1948, Rečni režimi v Jugoslaviji. Geografski vestnik, 19, Ljubljana
- Kolbezen, M., Žagar, M., 1978, Poplavna področja ob Sotli. Geografski zbornik, 17 (1977), Ljubljana
- Kranjc, A., 1980/81, Poplavni svet na Pivki. Ljubljana (elaborat se nahaja v arhivu Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU)
- Lovrenčak, F., 1981, Poplavni svet na Kočevskem polju. Geografski zbornik, 21 (1981), Ljubljana
- Lipužič, B., 1957, Geografski opis Brežic. Posavje 1. Brežice
- Melik, A., 1935, Slovenija I., splošni del, 1. zvezek. Ljubljana
- 1959, Posavska Slovenija. Slovenija II, tretji zvezek, Ljubljana
- 1954, Povodenj okrog Celja junija 1954. Geografski zbornik, 16, Ljubljana
- 1955, Kraška polja Slovenije v pleistocenu. Dela SAZU. Inštitut za geografijo SAZU, 7, Ljubljana

- Meze, D., 1978, Poplavna področja v Gornji Savinjski dolini. Geografski zbornik, 17 (1977), Ljubljana
- 1980/81, Poplavna področja na Blokah. Ljubljana (Elaborat. Arhiv Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU)
 - 1981, Poplavna področja v Grosupeljski kotlini. Geografski zbornik, 20 (1980), Ljubljana
 - 1983, Poplavna področja v porečju Rašice z Dobropoljami. Geografski zbornik, 22 (1982), Ljubljana
- Natek, M., 1979, Poplavna območja v Spodnji Savinjski dolini. Geografski zbornik, 18 (1978), Ljubljana
- 1983, Poplavna področja v porečju Hudinje. Geografski zbornik, 22 (1982), Ljubljana
- Orožen Adamič, M., 1980, Geografske značilnosti poplavnega sveta ob Dragonji in Dmici. Geografski zbornik, 19 (1979), Ljubljana
- Plut, D., 1980, Geografske značilnosti poplavnega sveta ob Rižani in Badaševici. Geografski zbornik, 19 (1979), Ljubljana
- Radinja, D., 1969, Renške Dobrave — pokrajinski stik med fluvialno akumulacijo Soče in periglacialno akumulacijo Vipave. Geografski vestnik, 41, Ljubljana
- Šifrer, M., Lovrenčak, F., Kolbezen, M., Natek, M., 1974, Geografsko proučevanje poplavnih področij v Sloveniji. Geografski vestnik, 46 (1974), Ljubljana
 - Šifrer, M., Lovrenčak, F., Kolbezen, M., Natek, M., 1976, Geografske značilnosti poplavnega področja ob Pšati. Geografski zbornik, 15, Ljubljana
- Šifrer, M., Žagar, M., 1960, Geografski učinki neurja med Konjicami in Krškim. Geografski vestnik, 32 (1960), Ljubljana
- 1961, Geografski učinki neurja med Peco in Zgornjo Pako. Geografski zbornik, 7, Ljubljana
 - 1961a, Porečje Kamniške Bistrice v pleistocenu. Dela SAZU, Inštitut za geografijo SAZU, 6, Ljubljana
 - 1965, Nova geomorfološka dognanja v Koprskem Primorju. Geografski zbornik, 9, Ljubljana
 - 1967, Kvartarni razvoj doline Rašice in Dobrega polja. Geografski zbornik, 10, Ljubljana
 - 1969, Kvartarni razvoj Dobrav na Gorenjskem. Geografski zbornik, 11, Ljubljana
 - 1974, Kvartarni razvoj Dravinjskih gor in bližnjega obrobja. Geografski zbornik, 14/2, Ljubljana
 - 1978, Poplavna področja v porečju Dravinje. Geografski zbornik, 17 (1977), Ljubljana
 - Lovrenčak, F., Natek, M., 1981, Geografske značilnosti poplavnih območij ob Krki pod Otočcem. Geografski zbornik, 20 (1980), Ljubljana
 - 1981, Katastrofalni učinki neurij v severovzhodni Sloveniji, avgusta 1980. Geografski zbornik, 21 (1981), Ljubljana
 - 1983, Kvartarni razvoj Škofjeloškega hribovja. Geografski zbornik, 22 (1982), Ljubljana
- Vodno gospodarstvo Slovenije. Republiški sekretariat za urbanizem SRS, Ljubljana 1965 (ciklostil)

S u m m a r y

Causes and effects of the river inundations in Slovenia

Milan Šifrer

The author gives a survey of the extent of both regular yearly inundations and of the considerably less frequent exceptionally high inundations which can flood up to 70.000 ha of land. He also surveys other problems connected with waters and inundations (the frequency of inundations, the seasonal distribution of inundations and their duration, the speed of inundating waters, etc.). He complements this picture with a survey of the Holocene and recent fluvial processes and of the corresponding characteristics in the development of valleys and of areas exposed to inundations. We find that the efflux of water, the erosion of soil and the deep erosion, and — in the areas covered by inundations — the deposition have been increased and accelerated. The inundations have begun to endanger numerous settlements due to the simultaneous raising of the bottom of the valleys and to the enlargement of areas exposed to inundations. The torrential character of rivers and brooks has also been intensified; it has been increased also by extensive regulations of rivers and by the rapid decay of mills and sawmills after the Second World war. The author finds that the danger of catastrophes is also increased by the artificial narrowing of areas exposed to inundations and by the simultaneous more and more frequent settlement of areas reached by the extremely high inundations. The consequence of the more and more intensive interventions of man in the nature is also the change in the type of the alluvium which in the majority of areas exposed to inundations is towards the surface growing more and more thickly granular. Thus we can find in the deeper levels loamy strata containing considerable quantities of organogenic admixtures; higher up, these sediments contain more and more sand and gravel, with intermediate levels containing pieces of brick, ceramics, and »in the youngest strata« — as this is the case along the Sava river — of coal.

VZROKI IN POGOSTOST POPLAV OB SLOVENSKI OBALI

Franc Bernot*

Kadar visoka plima, nizek zračni pritisk in jugovzhodni veter dvignejo morsko gladino v Kopru na 317 cm ali več, voda preliva obalno črto. To se najpogosteje dogaja oktobra, novembra in decembra. Podrobno so predstavljene razmere 5. oktobra 1982.

Razen valovanja, ki ga v glavnem povzroča veter, poznamo tudi redno vsakodnevno naraščanje in upadanje morske gladine — bibavico. V 24 urah in 50 minutah v normalnih razmerah dvakrat nastopi plima in dvakrat oseka. Astronomski vzroki bibavice so znani (Defant, 1953). Zato je možno natančno predvideti tudi za daljše obdobje za naprej, kdaj se bo pojavila plima ali oseka in malo manj natančno višino morske gladine. Variacije bibavice so neposredno odvisne od konstelacije Sonca in Lune (sizigij, kvadratur).

Poznamo pa še druge dejavnike, ki motijo normalni tok bibavice. Obdobno se primeri, da je morska gladina ob plimi znatno višja in ob oseki nižja od predvidene. Ob izjemno visoki plimi se morje razlije čez obalno črto in čez nasipe. Primeri, ko morje prestopa obalno črto in poplavi področje za nasipi, so najbolj pogosti ob nemški obali (Defant, 1953, Birr, 1968). Tudi ob naši slovenski obali so redni. Skoraj vsako leto se primeri, da morje za krajši čas prestopi normalno obalno črto (Furianič, 1962, Bernot 1970). Včasih nastopijo poplave pri razmeroma slabo razgibanem morju, drugič zoper ob močnih vetrovih, ki zelo razgibajo morsko površino.

Na spremembo višine morske gladine ne delujejo samo kozmične sile, temveč tudi spremembe zračnega pritiska na vodno površino (Polli S. 1955, Kasumović M. 1955, 1958). S. Polli navaja, da ustreza znižanju (zvišanju) zračnega pritiska na vodno gladino za 1 milibar porast (znižanje) morske gladine za približno 1 cm.

Na spremembo višine morske gladine učinkuje tudi veter. Porast oziroma znižanje gladine morja je odvisno od smeri in hitrosti (jakosti) vetra. Ob naši obali vetrovi iz severnega kvadranta nižajo vodno gladino, medtem ko jo iz nasprotne smeri višajo. Porast vodne gladine zaradi zmernega in dolgotrajnega juga lahko znaša okoli 25 cm, medtem ko se ob zelo močnem jugu, zlasti jeseni ali v prvi polovici zime, gladina morja lahko dvigne tudi preko pol metra. Ne nazadnje učinkuje na porast morske gladine ob južnih vetrovih tudi reliefna izoblikovanost Jadranskega morja — njegova zaprtost v severnem delu.

Na osnovi obdelanih mareogramov mareografske postaje Koper v obdobju 1973—1982 je bilo ugotovljeno, da se prične razlivali morje pri Kopru, ko mareograf registrira rel. višino 317 cm. To kritično višino je v preteklem desetletju doseglo oziroma preseglo morje 14-krat, in sicer:

* F Bernot, dr., Hidrometeorološki zavod SRS, Vojkova 1b, 61000 Ljubljana

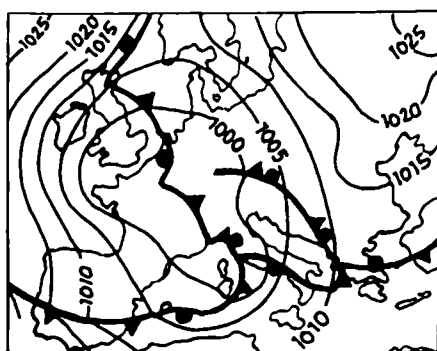
Dne	Višina vodostaja v cm
18. nov. 1975	331
30. okt. 1976	322
7. dec. 1976	323
21. nov. 1977	321
3. okt. 1978	323
28. jan. 1979	321
17. feb. 1979	334
18. nov. 1979	318
22. dec. 1979	363
25. okt. 1980	370
27. okt. 1981	345
6. okt. 1982	363
7. okt. 1982	333
28. nov. 1982	326

Najpogosteje je v obravnavanem obdobju (1973—1982) prestopilo morje obalno črto oziroma kritično višino v oktobru (6-krat), ki mu sledita november (4-krat) ter december (2-krat). V januarju in februarju pa se je morje v obravnavanem desetletju dvignilo nad kritično višino le po enkrat.

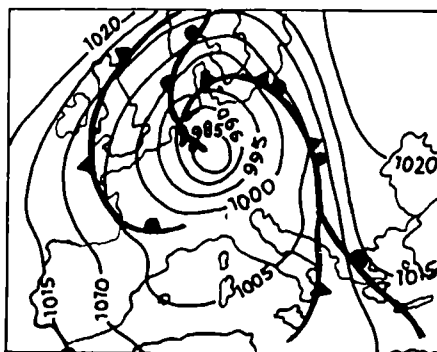
Preveriti je kazalo tudi Pollijevo navedbo v literaturi, da je jesenski vodostaj morja na splošno višji. Desetletni poprečki mesečnega vodostaja pri Kopru so: januar 212 cm, februar 214 cm, marec 209 cm, april 212 cm, maj 212 cm, junij 216 cm, julij 217 cm, avgust 216 cm, september 225 cm, oktober 225 cm, november 218 cm, december 220 cm.

Pollijeva trditev drži le za oktober, november in december. Zanimivo bo navedene večletne poprečne vodostaje morja pri Kopru primerjati z bodočimi večletnimi poprečki.

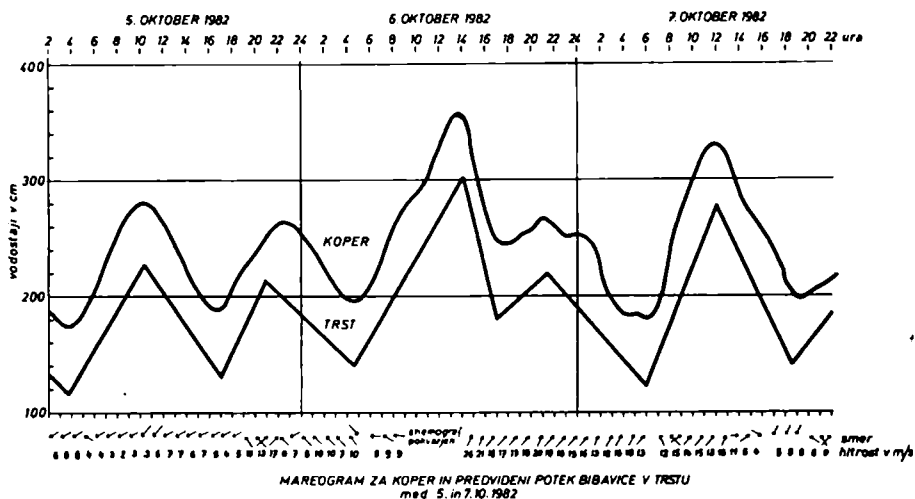
Na osnovi povedanega bomo skušali najti vzroke za poplavo dne 6. in 7. oktobra 1982. V ta namen bomo uporabili mareografske registracije iz Kopra. V ta maerogram je vrisan tudi normalni predvideni potek bibavice za Trst. Vse faze bibavice se pri Piranu pojavljajo pet minut prej kot v Trstu (Polli, 1963), kar pa bomo zavestno zanemarili, kajti krivulja, ki jo riše pero mareografa ob idealnih pogojih (mimo morje), je debela kot dolžina, za katero se trak regulatorja premakne v desetih minutah. Če je morje nekoliko razgibano, potem riše pero drobno zobčasto črto (registrira vsak val), kar dejansko samo debeli mareografsko krivuljo. Če pa je registrirni papir slab, potem se črtilo razliva in točna analiza mareograma je zelo otežkočena.



Sinoptična karta ob 07.00 uri 6. 10. 1982 (po SEČ)



Sinoptična karta ob 07.00 uri 7. 10. 1982 (po SEČ)



Pri Kopru prestopi morje obalno črto pri višini 317 cm po mareografu. Dne 6. oktobra 1982 se je gladina morja dvignila nad to mareografsko točko za 58 cm med 11.48 in 14.30 uro, drugič pa 7. oktobra 1982 za 13 cm med 10.18 in 12.30 uro. V bistvu se dejanski potek časovno in deloma tudi količinsko ujema s predvidenimi nastopi plime in oseke, kajti primarne plime bi morale do 6. oktobra 1982 naraščati, kasneje pa padati. V obravnavanem primeru torej ni prišlo do časovnih odstopanj nastopov posameznih bibavičnih faz od predvidenih, temveč so bili odstopi le količinski. Astronomski dejavniki so pač povzročili normalno živo plimo, katero so stopnjevale meteorološke razmere tistih dni.

4. oktobra 1982 je bila Vzhodna Evropa v območju obsežnega anticiklona. Nad Britanskim otočjem pa se je zadrževala obsežna depresija, ki je s svojim frontalnim sistemom določala vreme zahodne Evrope. 5. oktobra je pričel vzhodnoevropski anticiklon slabeti in se umikati proti vzhodu. Depresija nad Britanijo se je sprva še poglobljala in tega dne je bila pod njenim vplivom celotna zahodna in srednja Evropa ter velik del Mediterana. V njenem okviru je nastalo južno od Alp sekundarno ciklonsko jedro, ki se je 6. oktobra premikalo preko Padske nižine in se 7. oktobra 1982 združilo s centralnim srednjeevropskim ciklonom in okrepiło vetrove na Jadranu.

V obravnavanem primeru poplave ob naši obali so sodelovali naslednji elementi:

1. Veter. 5. oktobra 1982 je po podatkih anemografa na Belem Križu nad Portorožem pihal od jutranje zore pa do 18. ure rahel NE oz. ENE veter s hitrostjo 2–7 m/sek. Po tej uri je veter spremenil smer na SE in povečal hitrost na 17 m/sek. Od polnoči pa do 8. ure zjutraj 6. oktobra 1982 smer vetra ni bila stanovitna, vendar je prevladoval SE s hitrostjo od 5–10 m/sek. Med 9. in 14. uro ni podatkov o vetru zaradi okvare anemografa. Verjetno se je v tem času veter obrnil na WSW in kasneje na SW, o čemer pričajo registracije po 15. uri. Hitrost vetra je bila med 15 in 16 m/sek. Tudi naslednjega dne, 7. oktobra 1982, so do 6. ure zjutraj pihali jugozahodni in jugo-jugozahodni vetrovi s hitrostjo 13–18 m/sek. Med 7. in 8. uro je pihal jugovzhodnik s hitrostjo 12–15 m/sek., nato pa je do 15. ure zopet prevladoval veter iz SW — kvadranta s hitrostjo 5–15 m/sek. Med 17. in 19. uro je pihal zmeren NNE s hitrostjo 5–8 m/sek. Iz navedenih podatkov o vetru zaključimo, da je k dvigu morske gladine obakrat izdatno pripomogel veter.

2. Zračni pritisk. Normalni oktobrski zračni pritisk v Kopru (v obdobju 1951—1970), reduciran na morsko gladino, znaša 1017,7 mb. Dne 6. oktobra 1982 — med 12. in 15. uro, t.j. v času poplave, je znašal na Belem križu — reduciran na morsko gladino — 991,4—993,8 mb. 6. oktobra je zračni pritisk sprva padel in dosegel ob 14. uri najnižjo vrednost 991,4 mb, nakar je počasi naraščal in med poplavo naslednjega dne (7. okt. 1982) znašal ob 12. uri 1004,3 mb oziroma 1004,1 mb ob 13. uri. Temu neznatnemu padcu zračnega pritiska je sledil ponoven porast.

Nedvomno je tako znižan zračni pritisk znatno pripomogel k dvigu morske gladine.

3. O sezonskem dvigu morske gladine v jeseni žal nimamo podatkov, zato ne vemo, v koliki meri je pri poplavi součinkoval.

Vsa izvajanja dokazujejo, da so med vzroki poplav meteorološki dejavniki važni in v precejšnji meri tudi odločujoči. Do neke mere bi se dalo na osnovi opazovanja vseh obravnanih astronomskih in meteoroloških elementov porast morske gladine nad kritično točko predvideti in s tem v znatni meri omiliti škodo.

Literatura

- Bernot, F., 1970, Meteorološki vzroki poplav Pirana. Letno poročilo meteorološke službe za 1966 — Ljubljana
— 1970, Vzroki poplav v Slovenskem primorju. Razprave — Papers 12, Ljubljana
- Birr, H. D., 1968, Über die hydrographischen Verhältnisse des Strelasundes unter besonderer Berücksichtigung von Wasserstand, Strömung und Salzgehalt, Geographische Berichte, št. 46, Gotha-Leipzig
- Furlanič, M., 1962, Slovenska obala — okno v svet. Slovenski primorski zbornik, Koper
- Kasumović, M., 1955, Mareografija i njena primena na Jadranu. Hidrografski godišnjak 1954, Split
— 1958, O utjecaju zraka i vjetrova na kolebanje razine mora. Hidrografski godišnjak 1956/57, Split
- Podatki o bibavici v letu 1982 za Molo Sartorio. Mareografska postaja v Trstu, fotokopija, Hidrometeorološki zavod SRS
- Polli, S., 1955, Livelli marimi estremi registrati nell'Adriatico settentrionale. Archivio di oceanografia e limnologia, Vol. X. Fasc. 1—2, Venezia
— 1963, Tabelle di previsione delle maree per Trieste e l'Adriatico settentrionale per l'anno 1964. Trieste

Summary

Causes and frequency of the sea inundation in Koper Littoral (Koprsko Primorje)

Franc Bernot

The article deals with the occurrence of the high level of the Triest Bay (Adriatic Sea) acc. to mareograph at Koper. The most frequent high level occurs in October followed by November and December. Cosmic and meteorological causes of the rising of the sea level above 317 cm at the station at Koper are described. The role of wind direction and its speed is discussed.

OBMOČJA MORSKIH POPLAV V KOPRSKEM PRIMORJU

Julij Titt*

V Koprskem Primorju se skoraj redno pojavlja v mesecih oktober, november in december visoka plima. Kadar se pojavi sama, brez vpliva južnega vetra, ne napravi skoraj nobene škode. Če pa ob visoki plimi plima še močan jugo in jo spremljajo močne padavine, pa povzroča občutno materialno škodo.

V obalnem območju Koprskega Primorja preplavlja morje naslednja območja:

1. Depresije

Najobsežnejša depresija na obalnem območju je koprška Bonifika, ki meri v celoti 255 ha. Njen najgloblji del leži na njenem jugozahodnem delu ob Semeđelski cesti in meri približno 47 ha. Depresija se razteza med Koprom in vznožjem Markovega hriba ter med Škocjanskim zalivom in Semeđelsko cesto. Tu je bilo do začetka 19. stoletja plitvo morje, ki se je ob vsaki večji oseki spremenilo v blatno močvirje. Od takrat dalje pa vse do prve svetovne vojne je bilo namenjeno solinam. Po njihovi opustitvi so Bonifiko začeli izsuševati in jo tudi ponekod že usposobili za kmetijsko proizvodnjo. Na njej so med Ljubljansko cesto in Škocjanskim zalivom že sezidali posamične zgradbe, med njimi tudi novo železniško postajo. Na nižjem jugozahodnem delu so zgrajeni športni objekti za razne športne panoge. Tu so odvodni kanali in črpalka, ki prečrpava vodo iz Bonifike v morje. Ob Semeđelski cesti, ki tvori skrajni jugozahodni rob Bonifike, je zgrajen zaščitni nasip, prav tako ob Škocjanskem zalivu.

2. Južni predeli obalnih mest

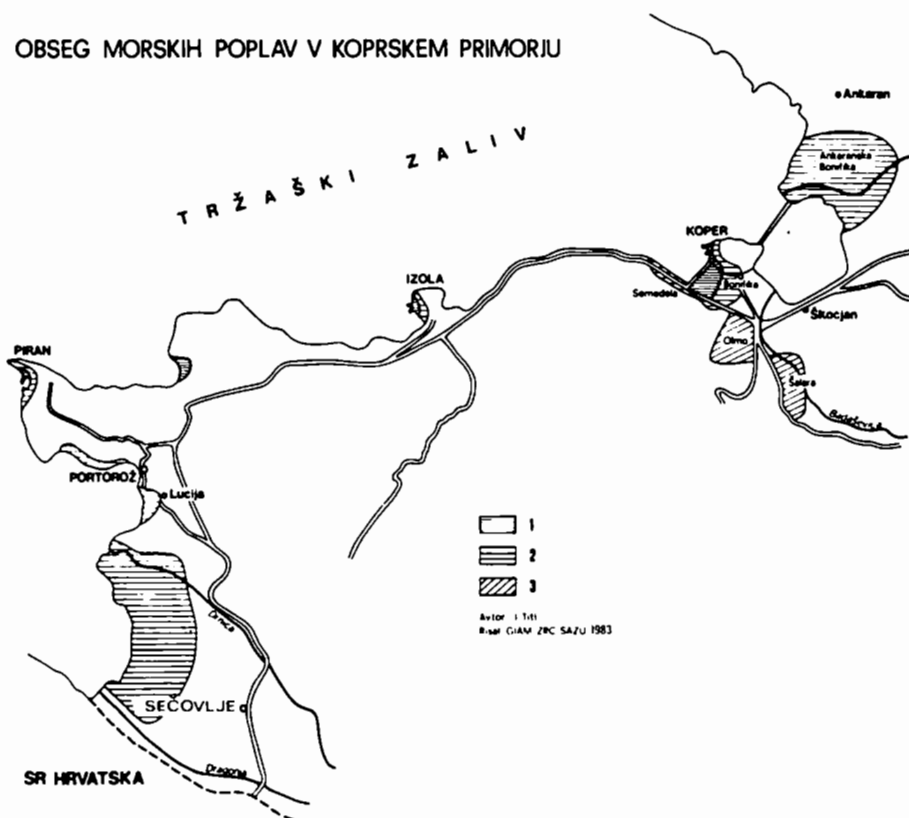
Ker v obalnih mestih ni možno napraviti zaščitnih nasipov, niso zaščitena pred poplavami visoke plime. Prav preko takih mest vdira voda na koprsko Bonifiko in to mimo zaščitnega zidu oziroma nasipa. Ti predeli so v Kopru Ukmarjev trg ter cesta JLA. V Izoli poplavlja morje ob visoki plimi Trg JLA, Kidričevo nabrežje ter območje ob Marini. V Piranu je najpogosteje poplavljen Tartinijev trg, Prešemovo nabrežje do Punte ter Cankarjevo nabrežje, v Portorožu pa le območje kopališča. Prav tako poplavlja kopališče tudi v Luciji ter gostišče Taverna.

3. Območja, ki jih poplavlja morje ob visoki plimi ob močnem južnem vetru

So znatno večja od območja, ki je poplavljen ob običajni visoki plimi. Tudi materialna škoda je znatno večja. Območje obsega vse aluvialne ravnice, ki ležijo v neposredni bližini ustja Rižane, Badaševice, Strunjanskega in Lucijanskega potoka, Drnice in Dragone. Sem prištevamo predvsem Ankaransko Bonifiko, Strunjanske in Sečoveljske soline ter njihovo neposredno zaledje. V obalnih mestih poplavlja visoka plima zemljišče še više

* Julij Titt, dr., Kvedrova 13, 66000 Koper

OBSEG MORSKIH POPLAV V KOPRSKEM PRIMORJU



od območja običajnih poplav. V Kopru preplavlja morje Bonifiko med Semedelsko in Ljubljansko cesto ter Prečno ulico, v mestu pa do Valvazorjeve ulice ter Gortanovega in Prešernovega trga. V Izoli zajema poplavno območje pri Delamarisu ter jugozahodni del mesta do Ljubljanske ulice ter Trg 29. novembra. V Piranu obsega del mesta od Punte in morja do Gregorčičeve ulice, Prvomajskega trga, Ulice svobode, Župančičeve, Tomšičeve ulice ter Ceste JLA do kopališča. V Luciji in Sečovljah poplavlja obmorski del bivših oziroma sedanjih solin.

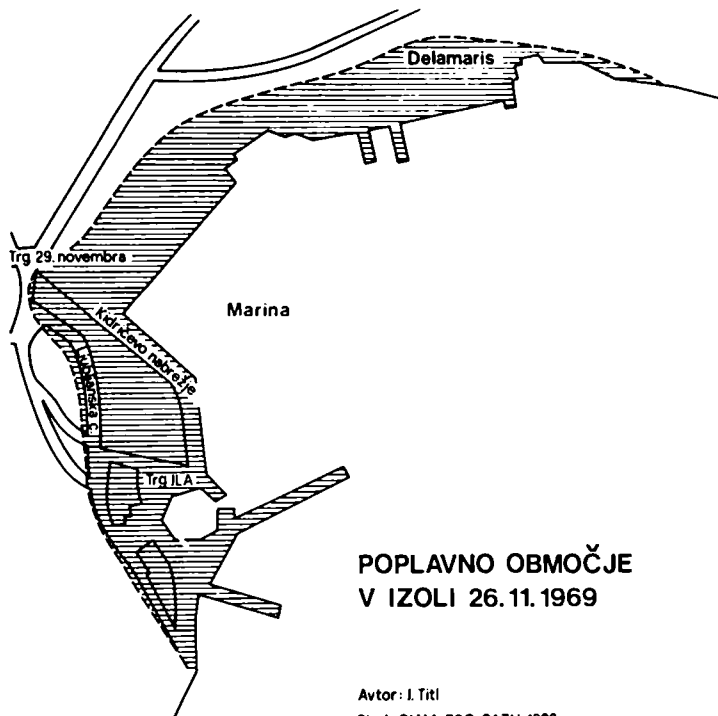
4. Območja, ki jih poplavlja voda obalnih vodotokov, ker jim visoka plima onemogoča normalen odtok v morje

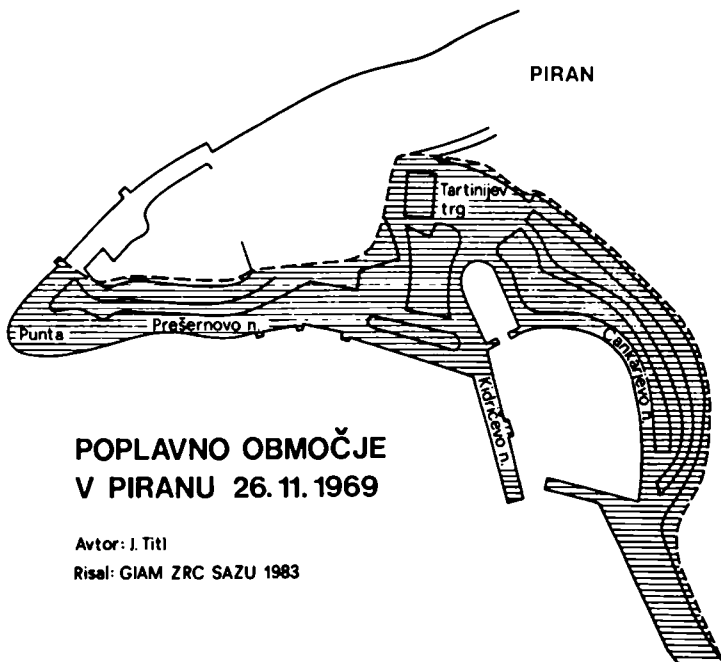
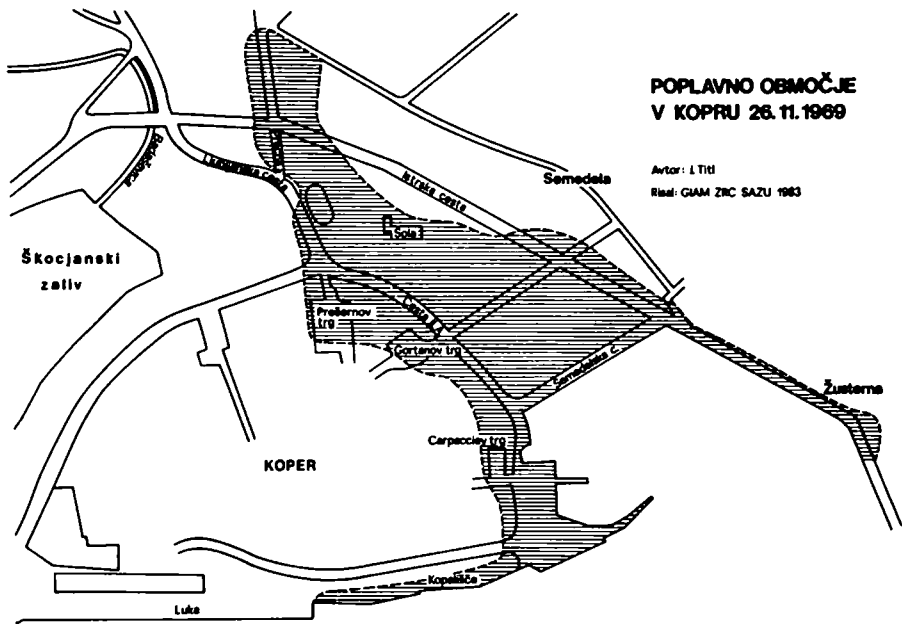
Tipično tako območje je ob spodnjem toku Badaševice in Olmskega potoka. Tu nastopajo poplave ob obilnejših padavinah, ko visoka plima onemogoča odtok Badaševice v morje. Tako pride do poplav v Šalari, pri Tomosu in v Olmu. Podobno se dogaja tudi ob Rižani in Strunjanskem potoku, vendar tu poplave niso tako izrazite kot ob Badaševici.

Veliko materialno škodo napravi visoka plima le skupno z učinkom močnega južnega vetra ali ko zajezi plima vodotokom normalen odtok narasle vode. V novembru 1966 je povzročila visoka plima skupno z močnim jugom v Piranu veliko materialno škodo. Veliki valovi so izpodkopali obalno zidovje, metali na kopno velike kamnite kvadre, ki bi naj ščitili obalo pred močnim valovanjem. Ob Prešernovem nabrežju je bila večina gostinskih

prostorov, garaž in stanovaj v pritličju uničenih, prav tako poslovalnica na avtobusni postaji ter mestno kopališče. Poplavljeni obalni cesto so zaprli za ves promet. Napravila je ogromno škodo ob vsej obali med Piranom in Lucijo. V portoroškem kopališču so bili uničeni leseni pomoli, razbita vrata v kabinah in odnešeno okrog 50 vagonov mivke. S sidrišč so bili odtrgani in uničeni številni čolni. Po predhodnih cenitvah je znašala škoda na območju piranske občine 7,5 milijona dinarjev. Veliko škodo je napravila poplava tudi na kanalizacijskem omrežju v Kopru. Uničeni so bili zaščitni zidovi. V Kopru so škodo ocenili na 500.000 din.

Neurje in poplave, ki jih je povzročila visoka plima z južnim vetrom v novembru 1969, so enakomerno zajele celotno obalo v Koprskem Primorju. Voda je dosegla višino enega metra. Obalna cesta Koper—Sečovlje je bila na več mestih poplavljenjena, prav tako vsi cestni odseki proti Izoli, Portorožu in Piranu. Cesta med Koprom in Piranom je bila ves dan zaprta za ves promet. Mnogo škode je napravilo neurje na avtomobilih, ki so bili parkirani na Tartinijevem trgu v Piranu. Tu jih je morska voda zalila do višine enega metra, nekatere med njimi pa so sunki vetra treščili ob zidove. V Kopru je voda zalila poleg nižjih predelov mesta tudi večino Bonifike z osnovno šolo vred. Ker je bilo na Bonifiki po oceni preko milijon kubičnih metrov vode, so jo ves teden z mnogimi črpalkami prečrpavali v morje. V vseh obalnih občinah so ocenili škodo na okrog 60 milijonov din.





Zadnja večja poplava zaradi visoke klime je bila v oktobru 1982, vendar njena škoda ni dosegla one iz leta 1969. Ponovno je najbolj prizadela Piran ter obalno območje med Piranom in Sečoveljskimi solinami. Na solinah je podrla nasipe, tako da so bile soline precej uničene. Nastala škoda je znašala več kot 2 milijona din. Veliko škodo je povzročila tudi v Droginem tozdu »Začimba«, kjer so bili pod vodo proizvodni obrati. Na območju Izole in Kopra je nastala škoda le na poplavljenih avtomobilih.

Iz navedenega lahko zaključimo, da visoka plima običajno najbolj prizadene piransko obalno območje, precej manj pa Koper in Izolo. Piran je zaradi svoje lege najbolj izpostavljen južnemu vetru in visoki plimi.

Da bi se obvarovali pred poplavami ob visoki plimi, so začeli nasipavati koprsko Bonifiko, utrjujejo obrambne nasipe ter skušajo zavarovati obalo z velikimi kamnitimi bloki. Uspešna je tudi zaščita z vrečami peska, s katerimi omilijo ali celo preprečijo nadaljnje širjenje poplav v druge mestne predele. Vsi ti dosedanji ukrepi pa so samo omilili škodo, poplav zaradi visoke plime pa niso mogli preprečiti.

S u m m a r y
Areas of sea inundations in the Koper Littoral (Koprsko Primorje)
Julij Titl

The Adriatic Sea (Triest Bay) invades Bonifica, in the modern time required land connecting the island of the medieval town Koper (Capodistria) with the hinterland. A significant part of the town Piran (Pirano) and of the salina of Sečovlje is flooded, too, as well as the mouths of the main rivers.

ZEMELJSKI PLAZOVI V SLOVENIJI

Anton Grimšičar*

Prikazana je vrsta zemeljskih plazov v Sloveniji, njihov mehanizem, nastajanje in gibanje. Osvetljena je metoda preiskav, geološke in mineraloške značilnosti, tektonika, naravni in umetni vzroki nastanka.

Tako kot v vsej geološki zgodovini so še danes zemeljski plazovi povečini posledica številnih geodinamičnih procesov. Pridrukuje se jim nepremišljena tehnična dejavnost.

Glavne vrste plazov

Navadno razločujemo prave zemeljske ali zemljinske plazove in skalne podore. Oboji nastajajo na brežinah kot posledica preperevanja, erozije in potresov. Lahko pa nastanejo drugotno zaradi neenakomernega dviganja zemeljske skorje, zlasti ob geoloških prelomih — narivih, ob gradnji nasipov, vkopov v pobočja, ob spremembi vodnih tokov, kot posledica rudarskih del in drugih umetnih posegov.

Oglejmo si z e m e l j s k e p l a z o v e glede na hitrost premikanja.

Najhitrejši so z e m e l j s k i b l a t n i t o k o v i, ki so ob naraslih stalnih izvirih in nato še ob večjem deževju nastali iz peščeno meljastih glinastih preperin ali iz podobnih mlajših hribin. Taki plazovi so bili pri nas zelo pogosti v ledeni dobi, pleistocenu, ko se je navadno spomladi ob močni odjugi preje zamrznjena drobirska zemljinska gmota spremenila v razmočeno kašo in stekla po pobočju. Podobni so podmorski blatni tokovi.

Počasnejši so navadno o b i č a j n i z e m e l j s k i p l a z o v i, ki se sprožijo večinoma prav tako ob deževjih, taljenju snega, ob vodnih tokovih, ob morjih in jezerih zaradi valovanja, zaradi viharjev, potresov, vibracij strojev ali prometa, ob eksplozijah in drugih vzrokih.

Plazovi te vrste se navadno pripravljajo več let, desetletij ali tudi stoletij s preperevanjem zemljin (trdih glin in meljev), ali kamnin (laporjev, skrilavcev, laporastih in sljudastih hribin), spreminjanjem talnih in površinskih tokov vode, premeščanjem glinastih delcev in mineralov v bolj »naravni« položaj, kar pomeni vzporedno z lego pobočja, razpok in pritiskov. Končno manjka samo še zadnji povod, to je manjša količina vode za kritično zmanjšanje kohezije, povečan strujni pritisk vode v zemljini, erozija vode na spodnji strani, potres ali umetno povzročene vibracije strojev, prometa ali eksplozij, lahko pa samo manjša dodatna obremenitev v zgornji polovici plazu.

Ko se plaz sproži, se mnogo težje zaustavi, posebno če se negativni vplivi nadaljujejo ali se hitrost celo poveča. Tedaj deli plazu popolnoma izgubijo svojo povezavo — kohezijo (delno k njej pripomorejo tudi korenine). Plaz se zaustavlja, ko vzroki za plazenje bistveno prenehajo oziroma pride vztrajnostna sila zemeljske mase v novo ravnotežje.

* Anton Grimšičar, dipl. ing. geol., ZRMK TOZD Geotehnika, Ljubljana

Tedaj je sila, ki premika plaz, manjša ali vsaj v ravnotežju s silami trenja. Zadostuje dostikrat le zmanjšanje naklona plazu, razbremenitev ali odvod vode v zgornjem delu plazu.

Poznamo še zelo počasno plazenje, imenujemo ga kar *l e z e n j e*, ker je na terenu praktično nevidno. Površinska vegetacija se mu navadno lahko sproti prilagaja. Zaznamo ga po daljšem času, lahko šele po več letih, ali z natančnimi meritvami (s teodolitom, s prečnimi opazovalnimi točkami v ravni črti, po razpokah na zidovih, na linijskih objektih, po krivih drevesih ipd.). Tako lezenje je značilno za »mastne« glin, preperine oziroma zelo glinaste zemljine, ki jih odlikuje večja kohezija. To so pogosto naše terciarne zemljine, laporne preperine, ki počasi preperevajo ali jih voda izlužuje; lahko stoletja ali celo tisočletja. S tem se bistveno spremeni sestava, a se dolgo ohrani kohezija. Navadno vsebujejo take zemljine ali hribine minerale montmorilonitne skupine in imajo majhno vodno prepustnost.

Velik del Slovenije, ki je potencialno plazovit zaradi glinenih zemljin ali preperin, je podvržen takemu lezenju bodisi na naravnih pobočjih, bodisi na teh, ki so po človeku načeta ali obremenjena.

Zemljine, ki vsebujejo več meljastih frakcij ali peska, so navadno bolj prepustne in se spremembe v njih dogajajo hitreje. Zato je tudi kohezija večinoma manjša in lezenje se hitro spremeni v prave plazove, na primer na mešanih fliših, pri izmenjavi glinenih in meljasto-peščenih vložkov v skrilavcih, varvah ipd.

Potek gibanja plazov

Če hočemo mehanizem plazenja razumeti, moramo poznati nekaj osnovnih pojmov mehanike zemljin in kamnin. Zelo debelozmaste zemljine (prod, grušč) potrebujejo relativno zelo malo vode, da postanejo tekoče oziroma židke, vendar mora biti ta pod velikim pritiskom. Peski, posebno če so enakomerne debeline zm (mivka), se obnašajo podobno ali celo slabše, ker manjše delce voda lažje prenaša. Voda se veže na take zemljine samo adhezivno, s površinsko napetostjo, in ker je površina takih delcev sorazmerno večja, ob primernem pritisku, zlasti arteškem, ali ob potresu in vibracijah, dosti hitreje stečejo že po zelo položni brežini, saj praktično ni strižne odpornosti vode (likvefakcija).

Nekoliko drugače je z meljastimi zemljinami, ki imajo že večjo specifično površino (nad 100 m²/g) in med delci delujejo rahle kohezivne, elektroprivlačne sile. Potrebno je več vode, zato prihaja do plazenja le po drsni ploskvi, kjer je strižna trdnost najslabša. Take ploskve so navadno krožne, ker zavzemajo manjšo površino.

Zlasti pa to velja za glinene in koloidne zemljine, ki jih vežejo še močne elektroemične sile, posebno, če je voda tudi med plastmi molekul (medplastovna molekularna voda), npr. pri bentonitnih (montmorilonitnih) ali organskih glinah. Le pri daljših plazovih na laporni, skrilasti podlagi so sestavljene krožne drsine, potekajoče prečno na gibanje, navadno usmerjeno vzdolž starih erodiranih globeli. Potresne ali umetne vibracijske sile lahko tudi ob interferenci zmanjšujejo vezne sile in se del vode sprosti (tikotropija).

Preiskave plazov

Lastnosti zemljin na njihove drsne (plazovne) pokazatelje ali strižne parametre raziskujemo na terenu in v laboratoriju.

Na terenu opazujemo plazovite plasti in okolice kakor tudi njihovo zgradbo, pojave vode, merimo vode, tudi v vodnjakih ali v piezometrih, ki jih prav v ta namen zgradimo. Danes je mogoče taka opazovanja avtomatizirati. Treba je dostikrat postaviti topografsko mrežo opazovalnih in kontrolnih točk za vodoravne in navpične premike, torej po smeri in višini. Tudi taka opazovanja bi danes lahko avtomatizirali.

Dobre usluge nudi fotogeološko daljinsko snemanje z natančnimi kamerami iz zraka ali iz bližnje okolice, lahko z več kamerami v več tehnikah hkrati. Treba je izbrati primeren čas in vreme. V Sloveniji že začinjamo uporabljati take metode bolj sistematično, medtem ko izvajamo snemanje plazov iz okolice že dalj časa.

Obstajajo pa tudi drugačne terenske metode preiskav plazov: uporabili smo že geo-električne (solkanski plaz), v pripravi so geoakustične, uporabljajo merilce naklona v globini z inklinometri, merijo posedanja z deflektometri, nadalje s TV mikrokamerami v vrtnah in druge.

Za laboratorijske preiskave je treba vzeti vzorce iz redkih golic na plazu. Navadno je potrebno izdelati izkope, zaseke ali jaške, za večje globine tudi široke vrtime, ki jih navadno uporabimo tudi za piezometre. Vzorce vzamemo iz kritičnega dela plazu, to je drsne ploskve, ki jo je treba predhodno dobro ugotoviti s sondažo in z meritvami.

Vzorce na manj znanem terenu preiščemo najprej mineraloško, saj so vse glinene hribine sestavljene iz značilnih mineralov za plazenje. S tem lahko prihranimo mnogo časa in stroškov za tehnične preiskuse.

Nevarni so predvsem listasti ali luskasti minerali. Med listastimi glinenimi minerali so zlasti pomembni montmoriloniti; to so triplastni minerali. Ti tudi nabreknejo, saj lahko sprejmejo do 700% vode glede na svojo suho težo pri 105°C. predno stečejo. Obstajajo pa tudi ravno tako nevarni luskasti grafitni ali grafitoidni minerali, ki že pri majhni vlagi preidejo v tekoče stanje. To so tako rekoč suha maziva. Kot notranjega trenja, ki ga dobimo, če izmerimo trajno (residualno) strižno odpornost pri treh obremenitvah, je dejansko pri obeh vrstah samo okrog 6°, kar pomeni, da tudi veliki pritiski ali večja teža ne poveča dosti njihove strižne odpornosti. Listasti in luskasti minerali, tudi če so v hribini oziroma v preperini v majhni količini, imajo razen tega še to neugodno lastnost, da med drsenjem oziroma striženjem v laboratoriju postanejo »vodilni«. To pomeni, da se postavijo ob enosmernem pritisku v najugodnejšo naravno lego vzporedno z drsino in tako prevzamejo nase vse negativne lastnosti plazenja. Zlasti so nevarne zemljine, ki vsebujejo ene in druge kritične minerale.

Montmorilonitni minerali imajo poleg majhnega kota notranjega trenja še tiksotropično lastnost, da pod vplivom sile, kakršno lahko povzročijo vibracije naravnih ali umetnih potresov, iz svoje medmolekularne plastovne mreže oddajo šibko vezane molekule vode v okolico, tako da postane tekoča, kar smo že omenili.

Montmorilonitne gline so nevarne za gibanja že v ravnini, a toliko bolj na pobočjih, kjer pride ob potresih do nenadnih zdrsnevt. Taka področja in primeri so znani v Srednji Ameriki, v severni Afriki pa tudi v Sredozemlju. Tudi na črnogorski obali je med zemljiniami dosti montmorilonita, kar smo ugotavljali tudi sami. Zato je prišlo ob potresu leta 1979 do številnih plazov v zaledju in v luki v Baru. Kjer pa so prevladovali enozmatni peski, je prišlo do velikih posedanj in plazov skoraj na ravnem terenu, zlasti ob Kotorskem zalivu. Do podobnih primerov likvefakcije vložkov peska v varvnih plasteh pleistocenskih jezerskih sedimentov je prišlo maja 1976 v Sòški dolini in na južni obali Bohinjskega jezera.

Plazovi v Sloveniji

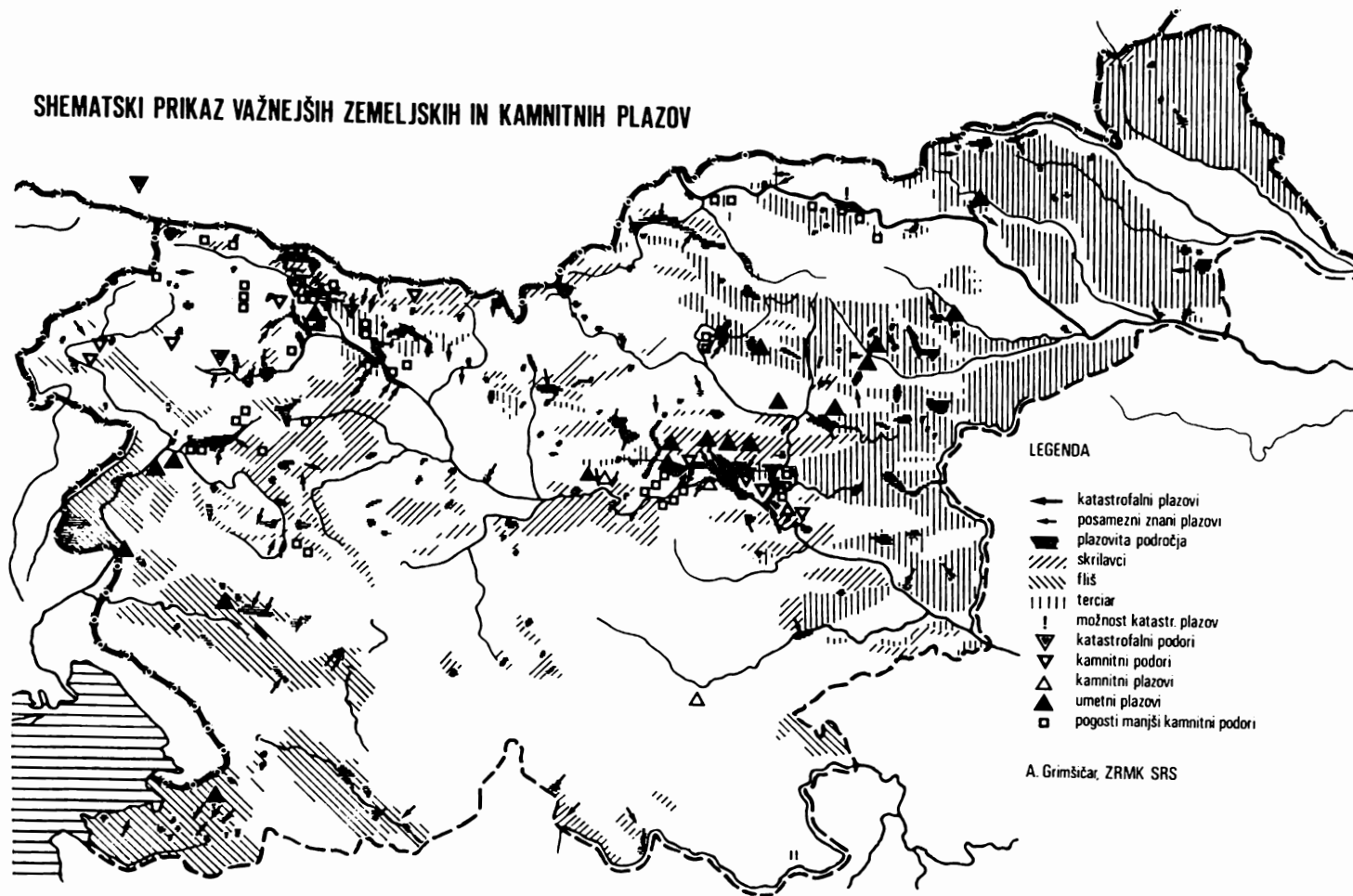
Za regionalno razporeditev navedenih plazov po slovenskem ozemlju je značilno, da jih najdemo skoraj povsod, razen v območju primorskega in dolinjskega krasa. Lokalno pa so celo tam, kjer so debelejšje plasti kraške ilovice ali z ilovico prekrnite neugodno ležeče pole karbonatnih kamnin. V glavnem se ne pojavljajo v pretežnem območju karbonatnih alpsko-dinarskih grebenov in na planotah. Enako ne v debelozmatih prodatih in morenskih nanosih v dolinah rek Soče, Save, Savinje, Drave in Mure.

Relativno najbolj pogosti so plazovi v permokarbonskih glinastih in grafitno-grafitoidnih skrilavcih v naših osrednjih Karavankah od Rateč do Jezerskega, v Posavskem hribovju od Kresnic do Sevnice, med Kočevjem in Brodom na Kolpi, kakor tudi v Škofjeloškem hribovju do Idrije.

Tudi v paleozojskih glinasto-grafitnih in sljudasto-kloritnih skrilavcih Jezerskega in okoli Črne na Koroškem so pogosti nevarni plazovi.

Nekoliko manj pogosti so plazovi v srednje do zgornjjetriasnih glinastih skrilavcih v osrednjem Posavskem hribovju in na severni strani trojanske

SHEMATSKI PRIKAZ VAŽNEJŠIH ZEMELJSKIH IN KAMNITNIH PLAZOV



antiklinale od Celja do Tuhinjske doline in Črne pri Kamniku ter odtod dalje proti Šenturški in Šmarjetni gori ter v Selški dolini, kjer postanejo skrilavci bolj tufitski ali apneni. Spet pa se poslabšajo v Baški grapi, kjer je veliko nevarnih plazov. Več naselij na teh skrilavcih je bilo ob potresu leta 1976 zelo poškodovanih, najbolj Grahovo.

Nekoliko redkejši so plazovi v metamorfnih kristalastih in diafritnih skrilavcih Centralnih Alp od Košenjaka pri Dravogradu do Kozjaka nad Falo. Ne vsebujejo dosti nabrekajočih mineralov, ampak predvsem sericit, klorit, muskovit in ponekod grafit. Hudi plazovi so se pojavljali pri gradnji nove ceste na radeljski prevalu. Zadnje čase opažajo velike razpoke severno od vasi Brezno ob Dravi, ki je lahko začetek nevarnega plazov, ki bi ogrozil dolino Drave, cesto, železnico in HE Ožbolt.

Jurske in zgornjekredne flišne hribine v raznih predelih Slovenije so redke, vendar se v njihovi preperini pogosto javljajo manjši plazovi. Npr. Jereka-Češnjica v Bohinju, okrog Goreljeka na Pokljuki, v Baški grapi in pri Bovcu, okrog Novega mesta ob avto cesti. V laporasti preperini so glineni minerali klorit, ilit in montmorilonit.

Srednjepermski in spodnjetriadni rdečkasti skrilavci, ki so pogosti na raznih koncih Slovenije v Karavankah in v Alpsko-dinarskem območju, vsebujejo le manj nevarne minerale, npr. klorit in muskovit, zato tudi plazovi v njih niso tako veliki in nevarni, čeprav so relativno pogosti.

Veliki in nevarni pa so lahko plazovi na staroterciarnem flišu, kjer ga pokrivajo veliki narivi od Solkana do Razdrtega, od Čmega Kala do Rakitovca v Istri. Ti plazovi močno ogrožajo zlasti ceste in železnice, medtem ko so se naselja na osnovi zgodovinskih izkušenj obdržala le na bolj stabilnih predelih. Pred štirimi leti smo opazovali velik plaz v raščeni laporjih NW od Medane v Goriških Brdih. Odtrgal je del ceste. Veliko manjših plazov je povsod v flišu. V izluženi glini prevladujejo minerali montmorilonitne skupine z nekaj ilita in klorita.

Podobno nevarni so povsod tudi plazovi v oligocenski sivici, ki je na Gorenjskem, v Posavskem hribovju, v Celjski kotlini, okrog Ormoža. Ker je nastajala delno v času vulkanskih izbruhov, vsebuje veliko montmorilonita poleg ilita in klorita ter zelo močno nabreka. Močno ogroža naselja in razne komunikacije pa tudi dela v zasavskih premogovnikih.

Ne bistveno drugačne so miocenske, vključno panonske gline, ki so na južnem vznožju blizu Kamnika, severnem vznožju Gorjancev in obrobju panonskega morja okoli Krškega, Podčetrka, Tuhinjske doline ter Goriškega, Dravinjskih in Slovenskih gor. So manj konsolidirane in plastične do poltrde konsistence, vsebujejo manj karbonatov kot sivica in več montmorilonita. Posebno panonske gline so drobnoplastovite in pogosto vsebujejo meljaste in peščene plasti, v katerih se zbira voda. V takih primerih so navzdol ležeče plasti zelo nevarne za plazove. Tudi rahlo nabrekajo in na zraku hitro razpadajo.

Na vzhodnem obrobju Pohorja od Slovenskih Konjic do Frama so pod pleistocenski peski in prodi skrite jezerske pliocenske zelenkaste gline z lokalnimi prehodi v zbite kremenove peske in drobne prode. Odkrili so jih zlasti pri gradnji štajerske avto ceste od 1973. do 1976. Rahlo visijo proti vzhodu, so zelo meljaste in na zraku zelo hitro razpadajo. V njih je nastalo nekaj izredno velikih in nevarnih plazov, ki jih bo mogoče dokončno sanirati šele ob gradnji drugega pasu avto ceste. Kot glina prevladuje ilit in klorit.

Zakonito zaporedje glinastih, meljastih in peščenih plasti imajo pleistocenski ledenodobni varni skladi kot sediment ledeniških jezer. Kjer so starejše od zadnje ledene dobe ali vsaj zadnjega glacialnega sunka, so lahko precej konsolidirane, drugače pa v srednje gnetnem stanju. Ponekod so močno razpokane zaradi neenakomernega posedanja na pobočjih, starejše pa tudi zaradi neotektonskih prelomov. Kot smo omenili, so varni skladi razviti le v območju alpskih ledenikov, izjemoma pa tudi na periglacialnem področju (Bobovek). Delci so predvsem zmlate morene in rečni melj, pravih

glinenih mineralov pa je malo (okoli 10 do 15%), vendar se ti nahajajo le v »najfnejšem« delu varv kot montmorilonit, ilit in klorit. Značilno je, da zaradi izrazite plastovitosti plazovi nastajajo ob vertikalnih razpokah in ob vodoravnih glinastih varvah, tako da dobimo stopničasto trganje pobočja predvsem kot posledico rečne erozije.

Kamniti plazovi in njihova razprostranjenost v Sloveniji

Med njimi so najbolj hitri in katastrofalni **skalni podori**. Takih je bilo celo v najmlajši človeški zgodovini precej. Med najhujšimi je bil podor Dobrača 25. 1. 1348, ko se je severni del hriba preklal in zgrmel v dolino Zilje. Pod seboj je pokopal več vasi. Neposredni povod zanj je bil rušilni potres, ki so ga močno občutili zlasti prebivalci Trziča na Gorenjskem, Štajerskem in seveda vsi bližnji kraji okoli Dobrača. Podrl je nad 40 gradov in cerkva. Zaradi katastrofalnih posledic so ta potres in ta predel uvrstili v 10. potresno stopnjo po CMS (Cancani-Mercalli-Sieberg). V Jugoslaviji spada po najnovejših raziskavah v to stopnjo samo okolica Dubrovnika.

Tudi v Bohinju je prvotna vas Studor doživela manjši podor, ki je uničil naselje. Vendar so ljudje vseeno vztrajali na istem mestu, tako kot drugod po svetu in pri nas. Podor je nastal ob geološkem prelomu ob narivu roba Slatenske plošče in seveda razpoke okoli njega. Drugi vzrok pa je bilo preperevanje podlage in erozija, neposredni povod pa lahko tudi manjši ali večji potres znotraj periadriatskega loka.

Podoben je bil podor na južnem pobočju Trnovskega gozda severovzhodno od Ajdovščine in številni drugi stari podori nad Vipavsko dolino od Solkana do Razdrtega na obrobju krovne zgradbe več plošč med Idrjico in Vipavo. Po najnovejših ugotovitvah poteka ravno med Kobaridom in Idrjico najmočnejša potresna črta, ob kateri so tudi nastali veliki potresi 24. in 26. marca 1511 s podorom hriba pri Idrjici in zadnji v Furlaniji leta 1976, ki so posledica velikega pritiska jadranske mase proti severu od Zilje.

Na južni strani Slatenske plošče je bil v zgodovinskem času podor v Studorju, na njeni severni strani pa se je podrl velik del Mežaklje na dolžini okrog 1 km in zasul dolino Save na kraju današnjih Jesenic. Verjetno je bil posledica epirogenetskega dviganja Alp po koncu ledene dobe. Pokril je okoli 10 m na debelo prodne mlade savske naplavine v območju celotne železniške postaje in stare železarne. Posamezni bloki so še vidni. Za njim je nastalo jezero, ki je segalo do Hrušice. Pustilo je varne plasti, med katerimi so posamezni bloki. Pelodna preiskava na obrobju kaže na holocensko starost.

Podobni podori iz konca ledene dobe so znani še na drugih krajih v Julijskih Alpah, v dolini Radovne, Soče in seveda ob več stranskih dolinah.

Večji ali manjši podori skalovja nastajajo skoraj vsako leto v Alpah, Julijskih in Kamniško-Savinjskih, v Karavankah pa nekoliko redkeje, pogosteje pa v mladih dolinah v Posavskem hribovju, zlasti od vasi Sava do Krškega. Od Renk do Zidanega mostu nevarno ogrožajo železniško progo in ceste, delno pa tudi naselja. Kmalu po gradnji proge Dunaj—Trst se je odtrgal malo od Zidanega mosta proti Celju velik kamniti plaz, se vsul na plazovito glinasto preperino in kot mešan zemljinsko-kamniti plaz na debelo pokrili progo.

Med prvo svetovno vojno je skalni podor med postajama Renke in Zagorje padel na železniško progo in povzročil iztirjenje vojaškega vlaka, ki je zgrmel v Savo. Podobno se je zgodilo pred desetimi leti malo pred Slovenija Expresom Ljubljana—Beograd. Plaz je zaradi bližine postaje Zagorje slučajno slišal prometnik. V hribu okrog 100 m nad progo se je odtrgal vrh neke razpokane skalne konice. Močno deževje je pomagalo nenadnemu podoru. Leta 1976 se je prevesil nek skalni previs pred postajo Rimske Toplice in povzročil iztirjenje osebnega vlaka, takoj nato pa iztirjenje še tovornega vlaka iz nasprotni smeri. Le slučajno nista oba zgrmela čez visok podporni zid v strugo Savinje. Podobnih primerov je bilo zelo veliko ob posotelskih in furlanskih potresih ter kmalu za njimi, zlasti ob progih Jesenice—Tolmin, kjer so povzročili na srečo le veliko materialno škodo, ne pa človeških žrtev.

Lahko trdimo, da pospešeno preperevanje zaradi žveplovega trioksida, ki izhaja iz številnih dimnikov, pomaga k nastajanju podorov zlasti okrog Zagorja—Hrastnika in okrog Jesenic.

Skalni podori ogrožajo tudi naše spomenike, zlasti skrite bolnice, npr. bolnico Franjo pri Cerknem in v Iški grapi, v kanjonu Kokre pri Kranju in drugod, pa tudi številne hiše.

Redkejši so pravi **kamnitni plazovi**. Znan je plaz, ki je 6. 10. 1963 v Dolomitih na reki Vajont povzročil zasutje 257 m visokega jezua. Za pregrado je bila skladovnica apnencev in dolomitov tektonsko upognjena kot normalna drsina za zemeljske plazove. Plazenje je začelo že leta 1960 in gmota se je v treh letih premaknila za 3 metre. Vmes je bil tanjši laporasti sloj, na katerem se je zadrževala voda in povzročala razpadanje laporja. Ker je bil spodnji del drsine raven, je ob zajezitvi stala voda na precejšnji dolžini in razmehčala ter razbremenila peto plazua. Ob manjšem znižanju vode je verjetno prišlo do manjšega strujnega pritiska vode in do hitre (ca. 25 m/s) katastrofalne splazitve 250 milijonov m³ kamnitih skladov. Val vode, visok okrog 150 m, ni porušil jezua. V dolini pod jezom je uničil vas Longarone, odnesel železniško progo in povzročil smrt okoli 2000 ljudi. Podobnih katastrofalnih posledic je malo po svetu oziroma bolj izhajajo od kamnitih plazov ob velikih potresih, kakršni so na primer v severnih Andih. Dosti manjši plazovi v plastovitih apnencih in dolomitih so bili v Dolini triglavskih jezer in pri Ljubelju. V bližnji Hrvaški poznamo plaz Zalesina, ki je ogrožal progo Zagreb—Reka. Drsela je okrog 50 m debela plastovita masa dolomita po triasnih laporjih.

Ob gradnji partizanske magistrale Dolenjske Toplice—Bela krajina je pred leti nastal kamniti plaz v **jurskih apnencih**, ki so viseli za 40° v dolino in proti cesti. Na lezicah apnenca je bila rdeča kraška glina, po kateri se je odtrgal plaz kmalu po odprtju ceste.

Navadno se taki plazovi pojavljajo že med gradnjo. Tudi pri gradnji hitre ceste Celje—Maribor je prišlo do enega takih plazov v oligocenskih peščenjakih, ki so viseli proti cesti. Skozi razpoke peščenjaka je v mlajši dobi prišla med lezike mastna montmorilonitna glina, po kateri so po sicer nepredvidenem masovnem miniranju začeli plaziti skladi peščenjaka in otežkočali gradnjo zidu južno od predora Pletovarje.

Še počasneje nastajajo in lezejo **melišča**, ki so neke vrste zelo **počasni kamnitni plazovi**. Lezejo samo toliko časa, dokler prihaja do novih odkruškov in tako do pritiskov na zgornjem melišču. Navadno sodelujejo tudi snežni plazovi. Pri tem se razmikajo stiki med delci, drobci razpadajo naprej in tako prihaja do bolj ali manj gravitacijskega in strujnega pritiska. Naklon takih pobočij znaša navadno okrog 38°. V spodnjem delu je zmanjšan. Če ni uničujočih skal ali podorov ali erozija vode ne spodjeda vzožja, se tako melišče na spodnjem koncu počasi zaraste.

Melišč je zlasti veliko v naših Julijskih Alpah, Kamniško-Savinjskih Alpah in tudi ponekod v Karavankah. V pleistocenu, v glacialnih obdobjih jih je bilo vsekakor še več, ker je bilo padavin in snega več pa tudi rastlinstvo je bilo bolj bomo.

Zelo velika melišča so ob geoloških prelomih, kjer jih nariv zgomijih skladov na spodaj ležeče mlajše še dodatno pospešuje. Posebno še, če je melišče na stiku kamnitih in lapornih, glinastih plasti spodaj, po katerih spodnje melišče leze. To dejstvo smo omenili že pri poglavju o zemljinskih plazovih.

Počasi lezejo tudi antropogeni plazovi zaradi rudniške dejavnosti. V idrijskem rudniku 4 km dolg plaz že 80 let striže jašek Delo in to okoli 1 cm na leto. Veliki plazovi nastajajo tudi v zasavskih revirjih Zagorje, Trbovlje, Hrastnik. Tam polzijo velike gmote po starih geoloških prelomih in glinastih kontaktih s hitrostjo okoli 10 cm na leto ali manj in včasih se sprožijo pravi zemeljski plazovi. Tudi tem bomo morali v bodočnosti posvečati več skrbi, da nas ne bi presenetili nepripravljene. Enako velja za nekatere naše kamnolome, kjer odpadni materiali, jalovine, prav tako ogrožajo okolico.

Literatura:

- Grimšičar, A., 1962, Problemi inženirsko geoloških, hidrogeoloških in rudarsko geoloških kart s primeri na listih Koper in Trst (3 karte, 3 tabele slik). 3 Kongres geologa Jugoslavije, Budva 1959, Knjiga 2, str. 219—230, Titograd
- 1962, Plaz v Tržiču. *Geologija* 7, str. 275—282, Ljubljana
 - 1963, Inženirsko geološki problemi pri gradnji cest. *Gradbeni vestnik*, str. 60—63, Ljubljana
 - 1967, Klizišta i savremena mehanizacija. 1. Savetovanje, Jugoslovensko društvo za puteve, str. 149—155, Beograd
 - 1970, Einige Probleme der Untersuchung und Sanierung der in geklüfteten Dolomiten über zerquetschten Tonschiefer gelegenen Rutschungen. *Berichte, 2. Kongres der internationalen Ges. für Felsmechanik*, str. 566—568, Beograd
 - 1976, Kako smo reševali geološke težave pri gradnji avtoceste med Mariborom in Celjem. *Nova proizvodnja*, L 27, št. 5—6, str. 190—200, Ljubljana
 - 1982, Nekaterere nove ugotovitve o naravnih pogojih stabilnosti pobočij posebno glede na mineraloško sestavo in strižno trdnost. *Tipkopis, ZRMK*, Ljubljana
 - 1982, Plazovi v Sloveniji f. I. Raziskovalna naloga RSS, ZRMK — Geotehnika, Ljubljana
- Kuščer, D., Slokan, K., 1958, Zemeljski plazovi na rudnikih. *Rudar. metal. zbornik*, Ljubljana
- Sovinc, I., 1967, Plazovi v eocenskem flišu v Slovenskem primorju in v Istri. *Jugosl. dr. za puteve*, Beograd
- Sovinc, I., Vogrinčič, G., 1975, Primer sanacije plazov s preoblikovanjem gravitacijskega polja. 13. Kongres JDMTF, Budva
- Šuklje, L., Grimšičar, A., 1954, Drsljivost tektonsko poškodovanih hribin z glinastimi sestavinami. *Gradbeni vestnik* 27/28 in 29/30, Ljubljana

S u m m a r y Landslides in Slovenia Anton Grimšičar

In the paper a survey of the various kinds of landslides encountered in Slovenia is presented. They have been classified into two main groups, according to their rapidity of movement and genesis. The first group includes mud-flows, common soil landslides and soil creep, whereas the second group consists of rock falls, rock slips and scree slips.

In all cases the genesis of landslides has been treated, especially with regard to weathering. The significance of the mineral composition of the soils involved (conglomerate, clays, silt, sand and gravel) is discussed. Other frequent causes for the occurrence of landslides have been cited.

The rate of movement of landslides has been analysed with respect to their adhesive and cohesive water content, and to the change and action of water flow. The main factors influencing the movement of landslides in this respect are flowage pressure and liquefaction (tixotropy in the case of clayey soils). In the section concerning the investigation of landslides, both on site and laboratory testing methods are presented. Both classical and very modern methods are discussed (remote terrestrial and aerial observation, inclinometers, piezometers with automatic registration).

The landslides occurring in Slovenia have been described according to geological strata, with petrological-mineralogical designations. The tectonic structure, as determined on the basis of the most recent studies, is also briefly presented. The regional description is given geographically. The relation between the occurrence of landslides and rock-falls and that of earthquakes has also been studied for the more recent period. The effect of human activities on the occurrence of some landslides and rock-falls (construction works in general, in particular the building of roads and railways, mining and quarrying) has also been analysed.

USADI V SUBPANONSKI SLOVENIJI

Dariko Radinja*

Članek daje pregled nad dosedanjim preučevanjem usadov v vzhodni Sloveniji. Osvetli zlasti razširjenost in pogostost usadov ter njihovo naravo.

Podatke o številu usadov v Sloveniji omenja sicer različna literatura, pogosto brez navedbe vira, vendar je očitno, da gre večinoma za posredno in tudi ohlapno navajanje podatkov iz istih virov oziroma ustanov, ki se z usadi največ ukvarjajo — Geološki zavod, Podjetje za urejanje hudournikov, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo BF (vsi iz Ljubljane).

Objavljeni podatki največkrat omenjajo, da je v Sloveniji okoli 400 usadov (= zemeljskih plazov), naletimo pa tudi na višje številke — 500, 600 in 650. Kdor pozna morfološke in druge značilnosti naših pokrajin, ve, da je v Sloveniji usadov veliko več. Omenjeni podatki se očitno nanašajo le na večje oziroma pomembnejše aktivne usade, predvsem na tiste, ki ogrožajo naselja, prometne poti ali vodne struge in ki jih je nujno omrtviti (sanirati), manj pa na tiste, ki ogrožajo agrarna tla, čeprav je takih usadov največ. Naletimo tudi na podatek, da je »v SRS registriranih 450 večjih aktivnih zemeljskih plazov, od tega 140, ki neposredno ogrožajo naselja, prometnice in vodotoke« (Zemeljski plazovi, Vodno gospodarstvo Slovenije, 1965). Številka 140 pa je blizu tiste (156), ki jo pozna tudi inženirskogeološka karta iz 1967. leta (Inženirskogeološka karta SFRJ Jugoslavije, 1967).

Vzroki za različne številke so nedvomno tudi v opredelitvah, kateri usadi so aktivni in kateri večji (oziroma pomembnejši), pa tudi v različnih kriterijih za razlikovanje usadov in različnih oblik polzenja tal. O usadih tudi ni objavljenih veliko podatkov, saj gre večinoma za gradivo in elaborate različnih ustanov. Pravzaprav nimamo niti popolnega pregleda nad tem, katere ustanove se z usadi tako ali drugače ukvarjajo in kaj je na tem področju že preučeno, kaj pa še ni.

Ker na tem posvetu obravnavata usade oziroma plazove dva prispevka, je ta namenjen predvsem usadnim pojavom v vzhodni Sloveniji, kjer so še posebno razširjeni. Terciarne gorice so namreč med našimi najbolj usadnimi pokrajinami. Subpanonski usadi pa imajo tudi vrsto skupnih značilnosti. Zato je smiselno, da jih obravnavamo zaokroženo.

Pregled o razširjenosti usadov po Sloveniji nam nudijo predvsem trije kartografski prikazi. Po že omenjeni (1967) naj bi bilo v vzhodni Sloveniji (kamor poleg subpanonske /Ilešič, 1972/ prištevamo še vzhodni del Posavskega hribovja, vključno z dolino Savinje od Celja navzdol) 65 aktivnih usadov, kar naj bi bilo 41% vseh.

Popolnejšo podobo daje zemljevid, ki ga je 1973. leta objavil Republiški zavod za regionalno prostorsko planiranje (Vodnogospodarske osnove, 1978), temelji pa na podatkih Podjetja za urejanje hudournikov. Po njem naj bi bilo od skupno 429 aktivnih usadov v

* Dariko Radinja, dr., redni prof., Oddelek za geografijo FF, Aškerčeva 12, 61000 Ljubljana

vzhodni Sloveniji 300 ali 69% vseh. Subpanonski usadi naj bi bili osredotočeni v srednjem delu, segajoč od Dravinjskih goric in Haloz na severu preko Sotelskega in vzhodnega Posavskega hribovja do vznožja Gorjancev na jugu, kar naj bi sestavljalo sklenjeno usadno ozemlje. V severovzhodni Sloveniji pa po teh podatkih usadov ne bi bilo.

Po najnovejši karti iz leta 1978, objavljeni v Vodnogospodarskih osnovah Slovenije ter sestavljeni po podatkih uvodoma omenjenih treh ustanov, naj bi bilo v vzhodni Sloveniji 281 aktivnih usadov (od skupno 395) ali 79% vseh.

V vzhodni Sloveniji naj bi bilo potemtakem okoli 300 aktivnih usadov. Poglejmo, kaj nam o tem govorijo geografske raziskave zadnjih treh desetletij, ki usade večkrat omenjajo, čeprav gre za študije, ki obravnavajo druge pokrajinske pojave, medtem ko je usadom namenjen le manjši del (Melik in sodelavci 1954; Sore 1957, 1963, 1970; Kert 1957, 1959, Gams 1959, Meze 1963, Šifrer, Žagar 1966, Žagar 1967, Radinja 1972, 1973, 1974, Šifrer 1962, 1981, Šilih 1972, 1980).

Raziskavam je skupna ugotovitev, da v subpanonskih gričevnatih pokrajinah ne gre za posamezne, temveč za zelo številne usade, ki so značilna pokrajinska poteza. Že Melikova študija iz leta 1954, ki obravnava vzroke in učinke povodnji okrog Celja istega leta, usade večkrat omenja in vsi sodelavci (S. Arlič, I. Gams, E. Kolenik, S. Marolt, D. Predan, M. Radinja, D. Rebernik, A. Sore, M. Šifrer, Z. Zupančič, M. Žagar) navajajo vrsto podatkov o številnih usadih v različnih delih obravnavanega ozemlja, ki sega od Slovenjgraške do Krške kotline, ter o škodi, ki so jo usadi povzročili, ko so trgali številne bregove. Ponekod so nastajali eden poleg drugega ter izoblikovali prava usadna pobočja. Samo okrog Vojnika je bilo ugotovljenih okrog 250 usadov, pri Kladertu pa kar 18 na površini komaj 0,5 km². Vseh je bilo več kot 700 in povzročili so občutno gospodarsko škodo. Med drugim so terjali 6 človeških življenj, porušili 6 stanovanjskih in 8 gospodarskih poslopij, veliko pa so jih poškodovali. Na 16 krajih so prizadeli ceste in ne številnih tudi lokalne poti. Na več krajih so zasuli struge potokov ter odnesli veliko plodnih tal, samo okrog Šentjurja so odtrgali več kot 2 ha zemlje.

Pri raziskovanju geografskih učinkov neurja med Konjicami in Krškim, ki je divjalo 1959. leta, sta Šifrer in Žagar (1966) ugotovila več sto usadov, kartografsko pa sta jih prikazala 110. Govorita o tem, kako so plazovi trgali cela pobočja in poudarjata morfološke učinke usadnih procesov, ki so takšni, da bi jih bilo treba posebej preučiti.

V študiji iz 1962. leta je Sore, ko je preučil usade na Zgomjem Sotelskem, ugotovil, da jih je toliko, da vseh pravzaprav ni mogoče pregledati, zlasti ne v gozdovih. Zato govori večkrat le o usadnih tleh. Posebej ugotavlja, kako se plazovi radi obnavljajo in kako se tla začasno umirijo, čez leta pa znova oživijo. Zato meni, da je razlikovanje med živimi in umirjenimi usadi večkrat težavno, še posebej, ker so vmes tla, ki počasi polzijo. O usadih v tej in Voglajnski pokrajini vsebuje marsikateri podatek tudi Mezetova razprava (1963). V Soretovi drugi študiji (1957), ki jo je namenil Velenjski kotlini, pa avtor ugotavlja, da usadi povzročajo škodo vsako leto. Do podobnih ugotovitev prihaja A. Sore 1970. leta, ko obravnava usade na ozemlju celjske občine.

V raziskavi o Kozjanskem M. Žagar leta 1967 ugotovi, »kako so za ves kozjanski, močno razgiban, dvignjen in relativno strm svet značilni usadi« in kako »uničujejo kulturni svet in vplivajo celo na obliko parcelacije«. Na koncu zaključí: »Večna nadloga vse pokrajine so zemeljski usadi, ki zmanjšujejo že tako majhno obdelovalno površino in otežkočajo prometne zveze.«

Na zborovanju slovenskih geografov v Rogaški Slatini 1973. leta je eden izmed prispevkov (Radinja, 1974) prikazal usade na Sotelskem na osnovi načrtnega raziskovanja v prejšnjem letu, ki je ugotovilo nekaj nad 600 usadov z njihovimi dimenzijskimi in drugimi značilnostmi vred. Za srednje Sotelsko pa jih je bilo kartografsko prikazanih nekaj nad 300. Upoštevani so bili usadi ne glede na velikost ali aktivnost, kajti pomembni so vsi, saj so tudi na starem usadnem površju možnosti za agrarno in drugo rabo tal v marsičem zožene.

Usadov v severovzhodni Sloveniji pa omenjene karte ne poznajo, inženirskogeološka karta tudi ne polzenja tal, medtem ko drugi dve le na redkih krajih označujeta »k plazenju nagnjena tla«. Toda usadi so tudi v tem delu Slovenije zelo številni in geografske študije jih večkrat omenjajo.

V Kertovem članku o morfogenezi severozahodnih Slovenskih goric, objavljenem 1959. leta, avtor ugotavlja, da so v pokrajini zemeljski plazovi posebna oblika denudacije in da se prožijo največ ob pomladnem in jesenskem deževju ter da so učinkovitejši od ploskovne denudacije, vsekakor pa so markantnejši. V drugi študiji (1957), ko obravnava Vzhodne Mariborske gorice, pa avtor zaključí, da so »zemeljski plazovi najekstremnejša oblika odnašanja prepereline«.

V Melikovi knjigi Štajerska s Prekmurjem in Mežiško dolino, objavljeni leta 1957, avtor povzema, da k nastajanju strmin v Slovenskih goricah največ pripomorejo usadi, ki so izredno pogostni in zanje tudi najbolj značilni. Imeli naj bi tudi poglavito vlogo pri izoblikovanju reliefa. Hkrati meni, da so Slovenske gorice za njihovo preučevanje naše najpomembnejše področje.

Z raziskavami, ki sem jih v okviru Geografskega inštituta SAZU opravil 1972. leta, je bilo v severozahodnih Slovenskih goricah, obsegajočih približno 200 km², ugotovljenih nekaj nad 1100 usadov, kar je povprečno po pet na kvadratni kilometer. Na najbolj labilnih tleh se jih je na kvadratnem kilometru zvrstilo tudi po več kot 25. Ker preučeno ozemlje obsega le četrtno Slovenskih goric, je upravičen sklep, da jih je v vsej pokrajini več tisoč.

Pri teh raziskavah so bili upoštevani vsi usadi, ki so morfološko ohranjeni, ne glede na velikost, obliko, starost ali dinamiko. Bežni pregledi drugih delov subpanonske Slovenije so takrat pokazali, da so se v tem letu (1972) usadi množično trgali tudi v Halozah, Dravinjskih goricah in na Sotelskem. Številni so se prožili še v Vitanjskem in Dobrčanskem podolju, na Pohorju in Kozjaku, nekaj pa tudi v Posavskem hribovju, Slovenjgraški kotlini in v Mežiški dolini (Radinja 1972). Usade v mariborskih Slovenskih goricah omenjata tudi Šilih (1972, 1980) in Šifrer (1981), na Goričkem pa tudi Gams (1959).

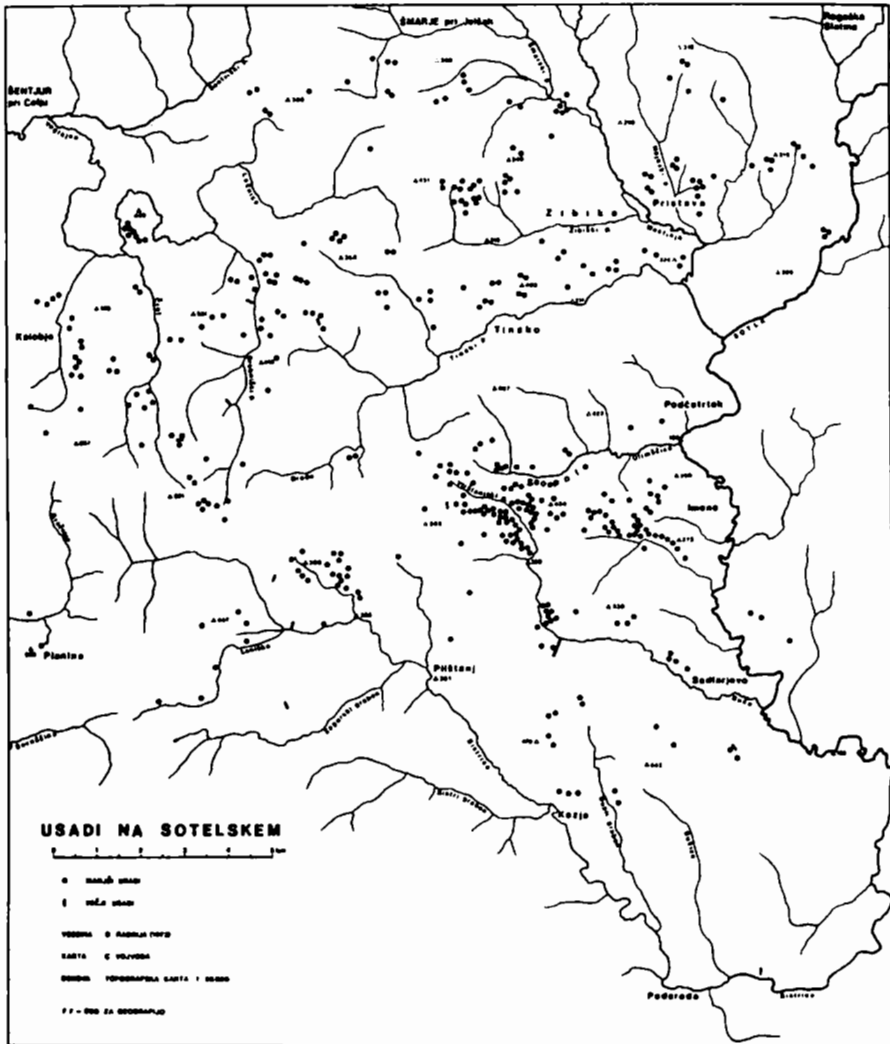
Po vseh teh preučitvah je upravičena trditev, da v vzhodni Sloveniji ni le nekaj sto usadov, temveč več tisoč, in da je med njimi veliko živih (aktivnih) ter za naše razmere tudi večjih.

Očitno je, da so prej omenjeni kartografski in drugi podatki o različnem številu usadov posledica razdrobljenega oziroma premalo povezanega preučevanja po posameznih strokah ali ustanovah. Vsi izsledki tudi niso objavljeni. Vzroki za različne podatke o številu in razširjenosti usadov so bržkone tudi v različni **klasifikaciji** usadnih procesov, kar se kaže tudi v neenotni in premalo določni terminologiji, ki je ponekod različna že pri posameznih strokah.

Že oznaka »večji usadi« je močno ohlapna. Po marsikateri klasifikaciji v tuji literaturi bi se celo največji naši usadi uvrstili med majhne (Emeljanova, 1972). Številni avtorji pa usadov, ki so manjši od 10 m³, sploh ne upoštevajo. Takih pa je pri nas veliko, zlasti ježenskih. V našem subpanonskem svetu so usadi nasploh majhni in ker so še tanki, so usadne gmote zelo skromne. Za 300 sotelskih usadov je bila ugotovljena povprečna največja dolžina manj kot 30 m, širina 12 m in debelina nekaj decimetrov ali kvečjemu meter ali dva (Radinja, 1974). Njihove gmote obsegajo zato največkrat le po nekaj deset in redko več sto kubičnih metrov. Večjih od enega hektara pa v subpanonskem svetu skoraj ni. Usade takih velikosti, kakršni so v vzhodni Sloveniji, označujejo v tuji literaturi za žepne usade ali za drobne usade (mikrousade) oziroma za neprave usade, ali pa jim dajejo posebna imena.

Ugodno je to, da so usadi zelo majhni, sicer bi bila škoda, ki jo povzročajo, še veliko večja. Že sedanja povzročča v gospodarstvu, zlasti kmetijstvu, vse preveč težav.

Prej omenjene karte prikazujejo le aktivne usade, geografske raziskave pa upoštevajo tudi druge. Ne samo zato, ker je opredeljevanje usadov na žive, umirjene in fosilne pogosto nezanesljivo, temveč je tudi preozko, kajti celoto usadnih procesov sestavljajo



različni pojavi, ki so pomembni ne le za njihovo razumevanje, temveč tudi za razumevanje reliefa, izrabe tal pa še za marsikatero drugo pokrajinsko potezo. Upoštevanje samo aktivnih usadov tudi z gospodarskega vidika ne ustreza, zlasti ne s kmetijskega, saj oškodujejo predvsem agrarno rabo tal, ta pa je prizadeta tudi s starimi oziroma umirjenimi usadi. Dinamično razlikovanje usadov je smiselno kvečjemu v gradbeništvu oziroma tam, kjer usadi ogrožajo poslopja, poti in druge pomembne naprave ter jih je treba čim prej umiriti, sicer je lahko neposredna škoda veliko večja od stroškov za njihovo omrtvitev.

Med osnovnimi značilnostmi subpanonskih usadov je vsekakor ta, da so pravzaprav **preperelinski** in da pogosto nimajo neposredne zveze z geološko sestavo tal, ne kameninsko in še manj zgradbeno (tektonsko). Trgajo namreč predvsem preperelino, včasih le pedološko odejo ali celo samo travno rušo. Posredni vpliv kameninske sestave tal je vseeno precejšen, saj je največ usadov na kameninah, ki hitro razpadajo in dajejo debelo

ilovnato preperelino. Sestava plasti je pomembna tudi zaradi vodnih razmer v tleh, ki so za usade odločilne. Najbolj usadna so namreč tla, kjer se menjavajo za vodo prepustne in neprepustne plasti, zlasti gline, laporji in peski. Takšno sestavo pa ima večina terciarnih sedimentov subpanonskega gričevja. Slovenske gorice, Haloze, Dravinjske, Sotelske in druge gorice so zato tipične usadne pokrajine. Usadni procesi so zanje tako značilni, da jih v celoti ne moremo razumeti brez upoštevanja teh pojavov. Razumeti ne moremo njihovih naravnih pa tudi ne vseh družbenih potez. Poleg drugih lastnosti terciarnih pobočij je namreč tudi njihova usadnost pripomogla k uveljavljenim načinom agrarne rabe tal, k izbranemu poteku poti in k značilni, pretežno slemenski razmestitvi domov. Raziskave pa hkrati kažejo, kako sta krčenje gozda in agrarna raba pobočij usadne procese razširili in okrepili pravzaprav šele v intenzivno izoblikovani agrarni pokrajini. Še več! Upravičeno je moč trditi, da so usadi v terciarnem gričevju predvsem posledica delovanja človeka, da so torej povečini antropogeni.

V tem gričevju namreč ne gre za geološko labilnost tal in tudi ne za labilnost samih pobočij, čeprav so terciarne plasti mehke, rahle in sipke, pobočja pa izrazita, kajti relief, ki se je na njih izoblikoval, je v bistvu skladen s sedanjo klimo in z njo povezanimi morfo-genetskimi ter drugimi procesi. Videti je, da tudi podedovane poteze pleistocenskega reliefa za današnje usade niso odločilne.

Morfo-genetska in druga dinamika kaže, da je celotna struktura teh pokrajin v bistvu uravnovešena, čeprav je zelo rahla. Pri tem mislimo predvsem na prevladujoče evolucionjske procese, ki izvirajo iz razmerja med klimo, vodami, sestavo tal in reliefom. Pokrajinsko razmerje je bilo sicer načeto šele s kultiviranjem teh pokrajin, vseeno pa je videti, da so dosedanji sistemi agrarne rabe tal v bistvu vendarle lovili in ohranjali osnovno pokrajinsko ravnovesje. Njegovo načenjanje zato ni preseglo meja, ki bi prebivalstvu kakorkoli spodrezalo njegove življenjske vire.

Ko poudarjamo zgodovinske in druge vrednote subpanonskega terciarnega gričevja kot kulturne pokrajine in jih zato želimo ohranjati ter ob njihovi gospodarski preobrazbi tudi upoštevati, ne smemo prezreti, da vsebujejo hkrati tudi močne degradacijske poteze. Doslej smo opozarjali predvsem na erozijo prsti, toda tudi usadni procesi niso nič manj degradacijski, na drugi strani pa zemljiška, parcelacijska in druga razdrobljenost teh pokrajin še zdaleč nimajo le negativnih potez. Vsakršna specializacija kmetijstva bo zato morala nadomestiti ekološko funkcijo, ki jo je doslej posredno imela polikulturnost kmetijstva in z njo povezana parcelna razdrobljenost tal.

Čeprav se je v terciarnem gričevju gozd ohranil še približno na tretjini tal, je zelo značilno, da velika večina usadov ne nastaja na gozdnih, temveč na agrarnih tleh, čeprav se je gozd ohranil praviloma na najbolj strmih pobočjih. Krčenje gozda je zato osnovni proces, ki je največ pripomogel, da so se gravitacijski pojavi okrepili in sprevrgli v usade kot svojo najbolj izrazito obliko.

Ker pa se po usadih razlikujejo tudi kultivirana pobočja, je očitno, da so usadni procesi odvisni tudi od njihove agrarne rabe. Pokazalo se je, da so najbolj usadna travna pobočja (travniki, pašniki, sadovnjaki), veliko manj pa tista, ki so v celoti razgaljena (njive, vinogradi). Na teh se namreč močno krepi denudacija, v tla pa pronica manj vode, medtem ko je na pobočjih s travno rušo obratno. Denudacijski in usadni procesi se tako izključujejo. Kjer se razmahnejo eni, oslabijo drugi. Najmanj usadna so zato pobočja, ki so z vegetacijo povsem zavarovana (gozd) ali pa najbolj razgaljena (njive, vinogradi), medtem ko so najbolj usadna tista, ki zaradi travne odeje vsrkajo sicer več padavin, kar denudacijo oslabi, okrepi pa labilnost z vodo prepojene preperelino, saj v njej ni korenin, ki bi jo prepletla tako, kakor jo prepleta v gozdnih tleh.

Za **usadne procese** je pomembna tudi zemljiška razdelitev, pravzaprav zaporedje kultur po pobočju. Usadi se namreč najraje trgajo na travnikih in sadovnjakih, nad katerimi so njive in vinogradi, od koder se steka več padavinske vode, kar travna pobočja dodatno obteži. Primeri kažejo, da se tam, kjer v zemljiški razdelitvi prevladujejo vino-

gradniške grude, travna tla, ki so pod vinogradi in njivami navadno v srednjem ali spodnjem delu pobočja, raje trgajo. Na njivah in vinogradih so usadi redki. Nanje se največkrat raztegnejo, ko se trgajo ježe kulturnih teras, ki z obdelovanjem nastajajo na spodnjem robu njiv. Ježenski usadi, ki so sicer najmanjši, kažejo, da se terasirana pobočja z ježami, utrjenimi le s travno rušo, v subpanonskih goricah povečini ne obnesejo, zato so tudi redka. Sodobni vinogradi in plantažni sadovnjaki, ki jih urejajo v terasah, se zaradi usadov povsod prav gotovo ne bodo obnesli. Prvi primeri potrganih jež na to že opozarjajo.

Razdrobljena zemljiška posest, drobna parcelacija in polikulture poteze tradicionalnega kmetijstva se kažejo kot oblike, ki v terciarnem gričevju v največji meri lovijo ravnotežje med denudacijskimi in usadnimi procesi, tako da se ne eni in ne drugi ne okrepijo preveč. Gre za prilagajanja, pridobljena z izkušnjami, ki jih je terjala življenjska nuja. Zato zgodovinsko pridobljenih izkušenj pri kakršnikoli preobrazbi teh pokrajin ne bi smeli prezreti.

Ko govorimo o labilnosti tal in njihovem ravnovesju, mislimo predvsem na to, da so splošne naravne osnove (geološke, reliefne, klimatske, hidrološke, vegetacijske in pedološke) takšne, da je ravnovesje preperelinske odeje — ta se namreč trga — nasploh zelo rahlo, obdobjno pa tudi porušeno, vsaj lokalno. Ravnovesje se spreminja že zaradi dinamike naravnih procesov, skladno z njihovimi sezonskimi, letnimi in večletnimi režimi, zlasti s padavinsko-temperaturnimi. Ne gre torej za pobočja in še manj za tla (v geološkem pomenu), temveč za stabilnost in labilnost preperelinske odeje, na katero odločilno vpliva človek. Tudi zato upravičeno govorimo o antropogeni naravi preperelinskih usadov.

Stabilnost pobočne prepereline se zaradi prirodnogeografskega režima, zlasti padavinskega, preko leta neprestano spreminja. Ravnotežje se najbolj razrahlja spomladi in jeseni, ko najraje prihaja do počasnega, komaj opaznega polzenja tal. To je splošen pojav, čeprav od kraja do kraja različno intenziven in tudi sklenjen ni. Pobočja tako rekoč oživljajo in se umirjajo. Polzenje se kaže z razpokami, natrgano in stopničasto travno rušo, z zniževanjem površja, kjer se tla raztezajo, ter z njegovim napanjanjem, kjer se gnetejo. Namesto gladkih pobočij nastajajo rahlo vegasta oziroma grbinasta. Ti pojavi so lastni že naravnim pokrajinam, kajti srečujemo jih že na gozdnih pobočjih, kjer so sicer manj opazni, a tudi manj izraziti. Še najprej se kažejo v ukrivljenem drevju, včasih tudi na zelo položnih tleh (manj kot 15°).

Po naravi rahlo, kolebajoče ravnovesje preperelinske odeje pa agrarna raba pobočij razrahlja tako, da se polzenje sprevrže v trganje tal in v usade. Teh je seveda veliko manj kot tal, ki počasi polzijo, saj so usadi le najizrazitejša oblika teh procesov.

Vsakoletna nizka **stabilnostnega režima preperelinske odeje**, pomladni in jesenski, povzročata polzenje in le redke, manjše usade (ponavadi gre le za njihovo obnavljanje). Izrazitejši stabilnostni minimi, do katerih prihaja v daljših, večletnih obdobjih, pa sprožijo tudi množične usade.

V tem stoletju je bilo v vzhodni Sloveniji po doslej zbranih podatkih več izrazito usadnih let, v katerih se je vsakokrat sprožilo po več sto ali nemara po več tisoč usadov. Tako je bilo zlasti v letih 1926, 1933, 1954, 1959 in 1972. Tedaj so se usadi tako razmahnili, da so zajeli večino vzhodne Slovenije. V manjšem obsegu in manjšem številu pa so se trgali še v drugih letih, npr. 1944. in 1962. leta.

Značilno je, da se v desetletjih, za katera smo zbrali podatke, ekstremna usadna aktivnost ni uveljavila zaradi sezonskih stabilnostnih minimov (pomladnih ali jesenskih), temveč je do nje prihajalo v različnem času, največ poleti, kar kaže na večji vpliv aperioidičnih vremenskih procesov kakor pa sezonskih. Leta 1954, 1959 in 1972 so se usadi trgali poleti, ko je stabilnost preperelinske odeje sicer nadpovprečna.

Zadnji usadni maksimum so 1972. leta sprožile izdatne julijske padavine in usadi so se trgali v številnih pokrajinah subpanonskega in sosednjega predalpskega sveta. Po oceni se je takrat sprožilo okoli 2000 usadov, od tega jih je bila približno polovica neposredno ugotovljenih (Radinja 1972, 1973, 1974).

Hkrati je značilno, da se redki, posamezni usadi trgajo najpogosteje spomladi in jeseni, v času vsakoletnega stabilnostnega minima preperelinske odeje, ko pobočja »zaživijo«.

Okrepjeni usadni procesi so v agrarnih pokrajinah terjali prilagajanja, ki se kažejo v njihovih različnih potezah, v razmestitvi domov in naselij, ki so se izogibala usadnih pobočij, v ustrezni speljavi poti, ki so se izmikala labilnim tlem, v usadam prilagojenem sistemu agrarne rabe pobočij in ustreznem zaporedju kultur na njih. Kako pomembna je za usadno ravnovesje pobočne prepereline izkustveno uveljavljena struktura agrarne pokrajine, se vidi po tem, da so se usadi okrepili, ko je zaradi teh ali drugih vplivov prihajalo do večjih sprememb v deležu posameznih zemljiških kategorij, zlasti med njivami, travniki in vinogradi, npr. zaradi uvajanja ali propadanja vinogradov. V zadnjem času usadi ponovno oživljajo zaradi povečanega deleža travnikov in pašnikov na račun njiv kot posledica deagrarizacije teh pokrajin.

Usadi neposredno siromašijo rodovitna in druga tla, velika pa je tudi njihova posredna škoda. Zato so očitno razvrednotenje kulturne pokrajine. Hkrati opozarjajo, kako je za uspešno preobrazbo pokrajin potrebno upoštevati tudi njihove tovrstne lastnosti, še posebno danes, ko tradicionalne oblike agrarne rabe pešajo, nove, ki naj bi jih nadomestile, pa se povečini še niso uveljavile in tudi ekološko vselej ne ustrezajo, saj je ta preobrazba preveč stihijska.

Usadnih procesov ne bi smeli vrednotiti le po trenutnih vidikih in po sedanjem, povečini neustreznem odnosu do zemlje in geografskega okolja sploh ter jih zato omalovaževati. Niso namreč osamljeni pogledi, po katerih naj bi bili usadi nepomembni v primerjavi s škodo, ki jo povzroča deagrarizacija. Nekaj deset hektarov usadnih tal, kolikor jih je v severozahodnih Slovenskih goricah, je sicer le odstotek obdelovalne zemlje in morda deset odstotkov opuščene. Ne smemo pa prezreti, da sta oba pojava med seboj povezana in da opuščanje zemlje pripomore k marsikateremu usadu. Teh pa ne bi smeli omalovaževati zgolj zato, ker so drobni. Obsegajo sicer res le po nekaj arov, so pa zato številnejši. Pri drobnih usadih je škoda sicer manj opazna, ker je po pokrajini na široko porazdeljena, a zato ni nič manjša. Nekaj arov usadnega sveta navadno ne presega odstotek ali dva srednje velike kmečke posesti, zato pa je takih posestev veliko, vsekakor preveč. Če se pridruži še mnenje, da so usajena tla vseeno uporabna, če za njivo ali travnik ne, pa vsaj za pašnik ali sadovnjak, je njihovo omalovaževanje očitno. Ko je bil odnos do zemlje spoštljivejši, je bil drugačen tudi odnos do usadov. Z njimi so se spoprijemali na različne načine, mašili so razpoke, kopali odtočne jarke, jih izravnavali, zasajali drevje, zabijali kole itd. Pred prvo svetovno vojno ni bilo malo primerov, ko so se s posojilom lotevali celo drenaže usadnega sveta. Sedaj pa slišimo, da se z njimi ni vredno spoprijemati, ker bi bili stroški večji od škode, ki jo povzročajo.

Pozornost družbe bi danes morali pravzaprav usmerjati k preprečevanju usadov in ne samo k njihovem »saniranju« že potem, ko se sprožijo in ko je škoda velika ter neposredna.

Pri preučevanju usadov se po svetu kažejo tri glavne smeri. Poleg tradicionalne, po kateri raziskave potekajo po posameznih strokah sicer ločeno, vendar čedalje bolj poglobljeno, uvaja druga smer v večji meri interdisciplinami vidik. Tretja smer se kaže v nastajanju nove znanstvene discipline, ki jo v Sovjetski zvezi imenujejo opolznovedenie, po naše usadologija (Emeljanova 1972). Ta skuša združevati različne raziskovalne in druge metode, jih poglobljati ter hkrati razvijati svojo teoretično in aplikativno pomembnost.

V Sloveniji razširjenost usadnih procesov ter značilnosti in regionalne posebnosti njihovih oblik še premalo poznamo. Raziskovanja je treba zato razširiti in poglobiti ter jih med strokami tudi uskladiti. Predvsem je potrebno poenotiti terminologijo in poglobiti teorijo usadnih procesov. Uporabnost sedanjega znanja je v praksi vsekakor preskromna.

Koristno bi bilo spodbuditi zlasti občinske raziskovalne skupnosti v najbolj usadnih pokrajinah, da tej problematiki posvetijo več pozornosti, v občinskih razvojnih načrtih pa naj bi ustrezno upoštevali tudi tovrstne pokrajinske poteze.

Literatura

- Emeljanova, E. P., 1972, Osnovne zakonitosti opolznevnih procesov. Moskva
- Gams, I., 1959, Geomorfologija in izraba tal v Pomurju. Geografski zbornik (V), Ljubljana
- Ilešič, S., 1972, Slovenske pokrajine. Geografski vestnik XLIV, Ljubljana
- Inženirskogeološka karta SFR Jugoslavije 1:500 000. Zvezni geološki zavod, Beograd 1967
- Kert, B., 1957, Vinogradniška pokrajina vzhodnih Mariborskih gorc. Geografski vestnik XXVII-XXVIII. Ljubljana
- Kert, B., 1959, Geografija severozahodnih Slovenskih gorc. Geografski zbornik (V), Ljubljana
- Melik, A., in sodelavci, 1954, Povodenj okrog Celja junija 1954. Geografski vestnik XXVI, Ljubljana
- 1957, Štajerska s Prekmurjem in Mežiško dolino. Ljubljana
- Meze, D., 1963, H geomorfologiji Voglajnske pokrajine in Zgornjega Sotelskega. Geografski zbornik (VIII), Ljubljana
- Radinja, D., 1972, Usadi na Kozjaku in v Dravski dolini. Poročilo o proučevanju usadov na GI SAZU (tipkopis). Ljubljana
- 1972, Usadi v Pohorskem Podravju. Poročilo o proučevanju usadov za GI SAZU. Tipkopis. Ljubljana
- 1973, Usadi v severozahodnih Slovenskih gorcah. Tipkopis. Ljubljana
- 1974, Usadi na Sotelskem, Voglajnsko-Sotelska Slovenija. Ljubljana
- Sore, A., 1957, Saleška dolina. Geografski vestnik XXVII-XXVIII, Ljubljana
- 1963, Zemeljski plazovi na Zgornjem Sotelskem. Geografski zbornik, (VIII), Ljubljana
- 1970, Zemeljski plazovi na ozemlju celjske občine. Celjski zbornik 1969—70. Celje
- Šifrer, M., 1962, Geografski učinki neurja med Peco in zgornjo Pako. Geografski zbornik (VII), Ljubljana
- 1981, Katastrofalni učinki neurij v severovzhodni Sloveniji avgusta 1980. Geografski zbornik (XXI), Ljubljana
- Šifrer, M., Žagar, M., 1966, Geografski učinki neurja med Konjicami in Krškim. Geografski vestnik XXXIII, Ljubljana
- Šilih, F., 1972, Naravni viri in izraba tal v Svečinskih gorcah. Geografski zbornik XIV/1, Ljubljana
- 1980, Geografski elementi preobrazbe Slovenskih gorc v mariborski občini. Magistrska naloga. Oddelek za geografijo FF v Ljubljani
- Zemeljski plazovi v Sloveniji. Vodno gospodarstvo Slovenije. Republiški sekretariat za urbanizem. Ljubljana, 1965
- Vodnogospodarske osnove Slovenije. Zveza vodnih skupnosti Slovenije — Strokovna služba. Ljubljana 1978
- Žagar, M., 1967, Kozjansko, Gospodarsko-geografska problematika. Geografski zbornik (X), Ljubljana.

S u m m a r y

Landslides in Sub-Pannonian Slovenia

Darko Radinja

Small landslides consisting mostly of detritus material are characteristic of the Tertiary hill areas of eastern Slovenia. The number of both recent and fossil landslides exceeds several thousands. They cover, on the average, only a few hundredths of an hectare and are only a few decimetres thick. Nevertheless, they are a great nuisance for agriculture since in areas most exposed to landslides their density exceeds 20 per square kilometre. Because of the little resistant strata the loamy detritus on the slopes of the hills is in itself subject to solifluction even on less inclined slopes (but above 15°). The clearance of the forests for agricultural uses has enhanced these natural processes. Most landslides are, therefore, due to action by man as there are hardly any on slopes that have remained wooded. They are most frequent on slopes covered with grass (meadows, pastures, orchards). Few landslides occur in vineyards and on arable land because denudation is predominant there. The extensive polyculture in conditions of very fragmented parcels and landholdings managed to strike a balance and to check the occurrence of landslides, except in years with most abundant precipitation (landslide years). Landslides are becoming more frequent since arable land tends to be abandoned to grassland because of the deagrarianisation of the rural population.

OGROŽENOST ZARADI SNEŽNIH PLAZOV

Ivan Gams*

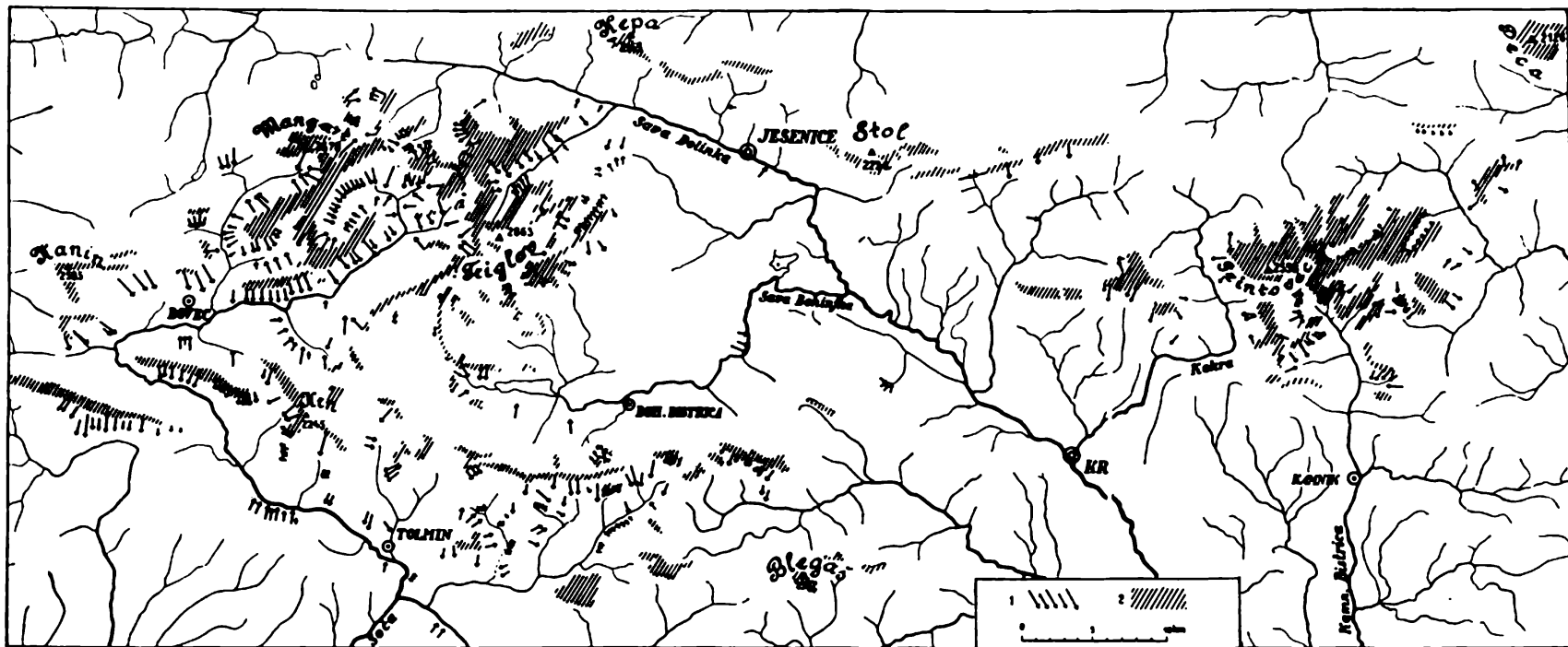
Podan je pregled potencialne in realne ogroženosti Alp in Predalpskega hribovja, dosedanje raziskave in plazovi zadnjih let, ki ogrožajo prometnice. Obrazložene so naloge službe opozarjanja in vodenja katastra snežnih plazov pri Hidrometeorološkem zavodu Slovenije.

Prvine **potencialne ogroženosti** po snežnih plazovih imajo na slovenskih tleh naslednje značilnosti.

1. Od **klimatskih pogojev** moramo na prvem mestu omeniti veliko količino snežnih padavin. Od oktobra do konca marca, to je v hladni polovici leta, ko so v večjih višinah padavine pretežno v obliki snega, dobiva južno obrobje Julijskih Alp od Rezije do Porezna, vse Bohinjske gore, Komna, robne visoke dinarske kraške planote do Snežnika in celotna Tolminska 1100—1600 mm padavin. Če bi padle vse padavine v teh šestih mesecih v obliki snega, ki vmes ne bi skopnel, in če bi imel ta gostoto 0,2, bi dosegla ob koncu te dobe snežna odeja 5,5 do 8 m. Toda to je izračun iz dolgoletnega poprečka padavin, ki ga izjemno snežne zime nekajkrat presežejo. V tem se vidi izredna potencialna nevarnost snežnih plazov v letih nadpoprečnih padavin in podpoprečnih trajnih nizkih temperatur. Le nekoliko manjša klimatska potencialna nevarnost je v spodnji Soški dolini, na Idrijskem in Cerkljanskem ter v Škofjeloškem hribovju, kjer pade v hladni polovici leta 800—1000 mm padavin a je vmes zaradi nižjega reliefa precej več dežja. Približno toliko padavin sprejemajo tudi najvišje Kamniško-Savinjske Alpe. Takšno nevarnost imajo le manjši, najvišji deli Karavank. Vstran od teh središč se potencialna klimatska nevarnost zmanjšuje in recimo površje Pohorja ali Posavskega hribovja sprejme v teh mesecih le še 550—700 mm padavin, to je polovico manj kot v Posoških Alpah. Dejanska nevarnost plazov zaradi močnih padavin je manjša od potencialne predvsem zato, ker del teh padavin, zlasti v nižjih legah, pade v obliki dežja in se zato in zaradi drugih vzrokov snežna odeja zniža, prične na sploh kasneje oziroma prej preneha. Morda najbolj snežna zima v našem visokem gorovju v zadnjem polstoletju je bila leta 1950/51. To zimo se je snežna odeja trdneje prijela šele sredi decembra, po 8. februarju pa v glavnem ni bilo več močnejših snežnih padavin. Snežne plazove visokogorskega sveta te zime bi verjetno lahko označili za petdesetletno katastrofo, te iz zime 1951/52 v nižjem gorovju, ko je snežna odeja v Ljubljani dosegla 1,5 m, pa domnevno za stoletno katastrofo. Toda ti dve zimi po vsej verjetnosti še ne moreta biti merilo za maksimalno potencialno ogroženost zaradi snežnih plazov, ki nastaja ob že nakazani kombinaciji padavin in temperatur, to je kombinaciji izredno dolgotrajnih nizkih temperatur in izjemno visokih padavin v hladni polovici leta. Taki nevarnosti se morajo prilagoditi stavbe, pa čeprav nastopi enkrat na sto let.

2. **Geomorfološki pogoji** so pri nas manj ugodni od klimatskih. Za izho-

* Ivan Gams, dr., r. prof., Oddelek za geografijo FF, Aškerčeva 12, 61000 Ljubljana



Snežni plazovi v Sloveniji v zimah 1950—1954

Pregledna karta plazov in plazovitega terena v SR Sloveniji

1. do leta 1954 evidentirani plazovi
2. plazovita gola pobočja

dišče razglabljanja povejmo, da je na travnem pobočju z izgajeno strmino naklon okoli 15—28° najugodnejši za katastrofalne plazove. Na večjih strminah se v naših padavinskih razmerah sneg pred maksimalno debelino splazi. Te kritične strmine se z manjšimi maksimalnimi letnimi višinami snežne odeje povečujejo.

Same strmine so v našem alpskem in predalpskem svetu nadpovprečne za Alpe. Visoke so tudi na obrobju visokogorskih skupin, recimo v dolini Učje, na Tolminskem ter v robnem zahodnem Predalpskem hribovju od Breginjskega kota do Ljubljanske kotline, do zgomjesavinskih in mežiških Alp. Neugodna pa je litološka sestava Alp, to je prevlada vodoprepustnih apnencev, v katerih je mnogo več neizgajenih strmin in tudi več prepadnih sten. V vododržnih kamninah bi bilo v naših Alpah mnogo več plazov.

Dolžina pobočij, merjena z višinsko razliko med dolinskim dnom in grebenom, znaša v najvišjih delih Julijskih in Kamniško-Savinjskih Alp ter ponekod v Karavankah 1000 do 1700 m, kar je pecej manj kot v najvišjem osredju evropskih Alp. Ta razlika dosega do tisoč metrov v srednji Soški dolini, v Baški grapi, v povirju Savinje in Meže; v Predalpskem hribovju pa se zmanjša na 400—700 m. V Predalpskem hribovju imamo torej še vedno znaten reliefni potencial za snežne plazove, še zlasti, ker so že močno zastopane vododržne kamnine in bolj izravnani strmci na pobočjih. S to nevarnostjo morajo računati poseke, narejene po vsej višini pobočja v smeri največjega strmca, kot so na primer poseke za smučarske proge, daljnovode in podobno, zlasti v zahodnem, bolj padavinskem delu hribovja. V ostalem delu je ta nevarnost, ki jo lahko obidemo z lomljenimi krčevinami, že znatno manjša.

3. **V e g e t a c i j a.** Pri njej nas najprej zanima višinska razlika med zgornjo gozdno mejo in vrhom grebena. Do večjih razlik prihaja predvsem v visokogorstvu, tu pa gozdna meja zelo niha zaradi sten in podstenskih melišč ter drugih razlogov. Zato lažje dobimo pregled, če govorimo o razliki med klimatsko, to je pretežno termično potencialno gozdno mejo ter grebeni. Ta razlika znaša v najvišjem delu Julijskih Alp 400—700, v Kamniško—Savinjskih Alpah ter najvišjih apneniških čokih v Karavankah pa le še do 400 m. Če bi segal gozd v našem visokogorju do svoje potencialne gozdne meje, snežni plazovi praviloma ne bi dosegali dna dolin, ker bi bilo nižjega gozdnatega pobočja mnogo več. Dejansko pa gozd prekinjajo, kot omenjeno, stene in melišča, pa tudi številne hudourniške grape kot posledica padavinske klime. Vendar imamo v naših razmerah le nadpovprečno ugodne pogoje za forestacijo na orografsko znižani gozdni meji in s tem za obrambo pred snežnimi plazovi, česar se premalo zavedamo. Taka aktivna obramba bi bila tudi v interesu varovanja prsti pred erozijo.

Tipi plazovitih terenov

Znotraj visokogorskega in predalpskega gorovja so velike razlike. Zato je umestno govoriti o prvihah gorskega sveta glede na ogroženost zaradi snežnih plazov. Te prvine določuje predvsem relief z litologijo:

a) **Pobočja v pravem alpskem pasu** (to je v pasu nad gozdno mejo). V naših Alpah so v prevladujoči meri sestavljena iz apnencev in dolomitiziranih apnencev. Za tak relief pa so značilni strmi odseki ali stene. Ker ta svet v času zimske plazovitosti ni obiskovan (znani so le plazovi z grebena Veliki in Mali Triglav na Triglavski ledenik), ga naše in tuje karte plazov navadno označujejo z znakom »splošna nevarnost plazov« ali »splošna ogroženost zaradi plazov«. Na strmejših pobočjih se sneg ob sneženju sproti obleti in le včasih prihaja do velikih plazov. Zaradi nadmorske višine prevladujejo plazovi prašnega tipa, ki se manj držijo žlebov in grap kot plazovi mokrega snega. Zato je težje predvidevati ogroženost zaradi plazov samo po reliefnih razmerah. V tem pasu pade tudi največ snega.

Lokacija stavb je tu zelo zahtevna, saj so povsem varne le lege na osamljenih vzpetinah. O tem govori uničena postaja »C« — Škripi v sistemu kaninskih žičnic (Bemot,

1983). Posebno plazovite so depresije med dvema pobočjema. V takem položaju je bil poškodovan stari planinski dom na Okrešlju, ki ga je dosegel plaz po dnu krnice.

b) planotast visokogorski relief. Večidel je vrtačast in poleti videti povsem varen. Kjer pa zapade pozimi mnogo snega, so lahko že nakloni nad okoli 8° nevarni, zlasti v zahodni, padavinski Sloveniji. Na splošno pa je to plazovno najbolj varen visokogorski relief. Planote so bolj ogrožene na stiku z višjimi slemenami (na primer Pokljuka ob Pokljuškem grebenu — plaz mimo Lipanske planine).

c) planotasti sredogorski svet, navadno iz trdih karbonatnih kamnin in posejan z depresijami. Če vmesne osamljene vzpetine niso strme in gole, je ta svet plazovno varen (Tmovski gozd, Jelovica, Mežaklja, vzhodno Pohorje, ipd.).

č) dolinasto-grebenasti visokogorski relief. Ta tip plazovi najbolj ogrožajo. So največji, kajti pobočja obsegajo gozdni in višji alpski pas in kjer je



Plazovi v zahodnih Julijskih Alpah 1950—51

strmec bolj ali manj sklenjen (v žlebovih, grapah, meliščih), lahko en plaz pobere sneg od vrha do dna doline. Ker potekajo po visokogorskih dolinah nekatere ceste, bo tu o tem reliefu največ govora, ker smatramo, da je ogroženost prometa najbolj usodna.

Zaradi najugodnejše kombinacije uvodoma opisanih potencialnih pogojev za plazove (visoka pobočja, veliko padavin, malo gozda) je v dolinasto-grebenastem reliefu najbolj ogroženo Bovško. Samo tu so visokogorske doline v večji meri agrarno naseljene. Plazovi ogrožajo in obdobjno preprečijo promet proti obema mednarodnima mejnima prehodoma, proti Predelu in skozi Učjo. Plaz se vsuje na cesto nad poslopjem mejne milice na Predelu, pred spomenikom, najbolj pogost pa je tako imenovani Mangrski plaz ali Plaz v Mlinšču. Ob katastrofalni zimi, kakršna je bila leta 1950/51, plazovi prekinejo tudi cestno povezavo Loga z Bovcem, ko nedaleč od trdnjave Kluže pridrvijo z obeh bregov, s Knice in z Rombona. Pozimi je včasih zasuta tudi cesta proti mejnemu prehodu v Učji. Komisija za GRS pri PZS — podkomisija za plazove, in sodelavci službe za sneg in plazove pri Hidrometeorološkem zavodu SR Slovenije so med terenskim ogledom ob pomoči članov občinskih štabov za civilno zaščito ugotovili spomladi 1983 med Žago in državno mejo štiri cestne odseke, na katere so vsiplje plaz (Preliminarno poročilo...). Tretji gorski cestni izhod iz Bovškega, čez Vršič, je pozimi neplužen in zasut s plazovi, posebno pod Mojstrovko in na nekaterih nižjih krajih na soško-trentarski kot tudi kranjskogorski strani. V dolini Tretne je cesta največkrat prizadeta med naseljem Soča in začetkom doline Lepene. V snežnih zimah pridrvijo plazovi blizu najjužnejše hiše v naselju Soča (Plaz pri Lovcu) in v območju Soških korit. Leta 1983 je tu plaz s »sončnega brega« (to je prisojnega pobočja grebena Bovškega Grintovca) zapolnil Korita in se dvignil na pobočje na nasprotni strani. Bolj kot po snežni masi je vzbujal pozornost po času nastanka: 2. maj (Bernot, 1983). V sosednji dolini Lepene je najbolj ogroženo južno, levo pobočje. Tamkajšnji domovi na prodni terasi v dolini zavzemajo domala ves raven svet, ki ga ne dose-gajo snežni plazovi.

V Bovcu vzbuja pozornost plaz s pobočij Rombona, ki se ustavlja nedaleč od hiše pri tovarni Meblo. Doslej je ni poškodoval. Kako dolgo je še ne bo?

V zimi 1951/52 so plazovi začasno prekinili tudi zvezo Bovškega s Tolminom oziroma Gorico ter Ljubljano, ter s tem zavrli oskrbo odrezanega prebivalstva. Na cesto se je plaz usul pri Žagi (Plaz pri Bočiču), ki je v uničeni hiši zahteval tri žrtve. Plazovi so prekinili promet tudi na severni strani Kolovrata, ki je bila takrat precej manj porasla z gozdom kot je sedaj. Na Kobariškem in Tolminskem je v zadnjih desetletjih gozd presel številne pašnike in travnike. Starejše karte plazov (Gams, 1955) prikazujejo precej plazov na južnem pobočju hrbta (Kobariškega) Stola, na južnem pobočju Julijskih Alp nad dolino Soče med Kobaridom in Tolminom (Krn, Mrzli vrh, Vodel) ter na severni strani Kolovrata. Upati je, da je zdaj ogroženost zmanjšana. Podobno zarast pobočij z novim gozdom doživlja svet nad kolonizacijskimi vasmi nad Baško grapo pod Bohinjskim grebenom (Grant, Nemški Rut, Stržišče). Prej so pridrvili snežni plazovi po grapah do naselij ali se vrivali celo med vaške dele (Stržišče).

Ker doline niso trajno agrarno naseljene, je ogroženost dolinasto-grebenastega reliefa Julijskih Alp v savskem porečju precej manjša od Posočja. Izjema je naselje Radovna na koncu doline Krme, ki pa je že na meji med tem tipom reliefa in planotami (Mežaklje). Pač pa je nastalo v teh dolinah nekaj turističnih zgradb in ker prihajajo vanje turisti tudi pozimi, se je plazovna ogroženost povečala. Ne tu in ne na vходу v druge take visokogorske doline ne bi škodovala opozorilna tabla, da bi bili obiskovalci bolj oprezní pred plazovi. To velja v našem primeru zlasti za dolino Planica, Vrata in zgornja Krma.

V dolini Save Bohinje med Bohinjsko Belo in kotlino Bohinj ogroža bohinjsko železnico ali cesto pet manjših plazov.

V območju Karavank spadajo v naš tip le najvišji apneniški grebeni, zlasti, če poteka v vznožju dolina ali ta celo prečka glavno razvodno sleme. Tak primer je Ljubeljska cesta, ki je najbolj ogrožena med Begunjsčico in Košuto, tam, kjer so pri povojni gradnji ceste

raje skrili v betonski tunel. Nanj se vsipljejo ob katastrofalnih zimah plazovi z obeh pobočij. Izjemoma je plazovno ogroženo tudi smučišče na Zelenici, to je na severnem pobočju Begunjsčice. Ogrožena je cesta po Dolžanovi soteski, na katero se vsuje Plaz nad tunelom in Plaz na serpentinu ter Lenartov plaz. Na jezerski cesti med Predovorom in Jezerskim je omenjena komisija popisala šest mest, kjer se na cesto obdobjno vsuje snežni plaz.

Visokogorske doline v Kamniško-Savinjskih Alpah so le redkokje agrarno naseljene in snežni plazovi v glavnem obstanejo pod pobočji. Plazovi z obeh pobočij se združujejo praviloma šele na koncu dolin, ki imajo ime kočna, kot, le v primeru Logarske doline dolina. Tako ogrožen je sklep doline Kamniške Bistrice (Kot) in Logarske doline niže Rinke, ki obe tudi pozimi vse bolj obiskujejo turisti.

Plazovi so v tem tipu reliefa težko predvidljivi in so usodni zlasti v primeru, če so na pobočjih previsni skoki. Ko pada čeznje mokri sneg, se delno spreminja v prašnega in ta tip se često odlepi od podlage in povzroča škodo z zračnimi pritiski spređaj ter srkom za sabo.

d) *dolinasto-slemenasti sredogorski relief*. Ta sicer prevladuje v Predalpskem hribovju, nemalo pa ga je tudi v obsegu visokogorij, zlasti Karavank (nad Ratečami, Jesenicami, med Tržičem in Jezerskim, v povirju Savinje in Meže). Glavna ovira plazov so gozdovi, krčevine pa dovoljujejo le manjše plazove. Krajevno so bile za beležene škode ali celo smrtni primeri v vsem Idrijsko-Cerkljanskem, Škofjeloškem, Polhograjskem hribovju, v Posavskem hribovju do Planine, v Zgornji Savinjski dolini, v vzhodnih Karavankah in v Pohorskem Podravju. Nas tu zanimajo predvsem dolinski cestni odseki, ki jih lahko ogrozijo večidel manjši snežni plazovi.

Na Idrijskem beležijo plazove na nekaterih mestih na cesti Godovič—Idrija—Želin—Slap, na odcepih za Žiri in za Cerkno—Razpotje. V Škofjeloškem hribovju so ogroženi odseki Žiri—Rovte, pri kraju Selo in na Fužinskem klancu pod elektrarno, vse ob Poljanski Sori. Cesta po Selški dolini je ogrožena med Železniki in Petrovim brdom (okoli dvajset plazov), nadalje ob cesti za Davčo. V Polhograjskem hribovju beležijo primere plazov na cestnih odsekih med Dvorom in Žirovnikom (za Polhov Gradec), v Mačkovem grabnu nad Polhovim Gradcem in v sosednjih grabnih, ki jih odlikujejo izredna strma pobočja, pretežno iz dolomitov, ki so poraščena s travo in imajo enakomere strmine. Zahodneje je ogrožena cesta Logatec—Rovte—Žiri. V Zgornji Savinjski dolini lahko pričakujemo plazove pri Igli, pri Krzrnarjevi peči in pri Žibertovem mostu ter med Lučami in Solčavo.

V Mežiški dolini zdrsnje na cesto plaz na nekaj mestih na cesto med Žerjavom in Črno, ob Paki pa v Hudi luknji pri Doliču. V tem tipu reliefa je ogrožena tudi železnica v Savski dolini in med Kočno ter Nomnjem ter zlasti v Baški grapi. Protiplazovno zavarovanje pri Kočni in v Soteski je že staro. Palisade na dveh mestih v Baški grapi čuvajo železnico pred plazovi. V probojni dolini Save med krajem Sava in Zidanim mostom so snežni plazovi sicer zelo redki a bi utegnili spričo gostega prometa povzročiti veliko škode na železnici in cesti, ako progla ne bi bila pod stalnim nadzorstvom (vse po Gams, 1955 in Preliminarno poročilo... 1983).

Po pogostosti so navedeni plazovi zelo različni, od vsakoletnih do tistih, ki se javijo enkrat na več desetletij.

V Predalpskem hribovju, kjer predstavlja relief zmeroma ugodnost za plazove, v zahodnem delu pa zimske padavine izredno potencialno nevarnost, so vrhovi gozdnati do vrhov in le oazno izkrčeni. S tem je v Sloveniji območje snežnih plazov bistveno manjše od ozemlja s klimatsko in reliefno potencialno plazovitostjo. V Predalpskem hribovju se snežni plazovi lahko javljajo na pobočjih le na krčevinah okoli samotnih kmetij in zaselkov. To pa omogoča le drobne plaziče. Toda ti so zlasti v zahodnem delu hribovja še

vedno dovolj veliki, da lahko ogrožajo človeka. Če je plazina dolga recimo 50 metrov in široka nekaj deset metrov, se lahko v plazovnem vršaju nabere nekaj sto kubičnih metrov snega v kupu, ki je visok zlasti v primeru, če se plaz navzdol oži.

Izven dolin se je gozd v Predalpskem hribovju v enem stoletju in pol razširil približno s polovice na dve tretjini ali celo tri četrtine površja. Zato se je plazovna nevarnost zmanjšala. Mnogo manj se je plazovitost zaradi ogozdovanja zmanjšala v visokogorju, ker se drevje v subalpskem pasu zelo počasi obnavlja, povečala pa se je ranljivost.

Človek v okolju, ogroženem po snežnih plazovih. V predindustrijski dobi so snežni plazovi v visokogorju človeka ogrožali predvsem v poseljenih dolinah. Te so pretežno omejene na Posočje, kjer so Trenta, Koritnica in sama Bovška kotlina. Na pobočju so Julijci poseljeni predvsem na južnem robu, na južnem pobočju hrbta (Kobariškega) Stola, nad srednjo Soško dolino in Baško grapo.

Prav tu pa je največja potencialna klimatska ogroženost ob razmeroma precejšnji deforestaciji. Tu in na Bovškem so plazovi februarja 1952 zahtevali največ škode, zlasti v Zgornji Borjani, ter zahtevali 15 smrtnih žrtev. V tem stoletju so snežni plazovi zahtevali več žrtev le v letu 1916, ko je v hribih na soški fronti ter pod Vrščim v snegu umrlo več sto ljudi, predvsem vojakov. Točnega števila ne bomo nikoli vedeli.

Ne razpolagamo s podatki, ali so v srednjem in novem veku snežni plazovi razen senikov in staj porušili tudi kaj kmečkih domov, ki jih niso več obnovili na istem mestu. Povsem verjetno je, da je prišlo do današnjih leg kmečkih domov na plazovno več ali manj varnih mestih po tragičnih izkušnjah na drugih lokacijah. Podobno »šolo« morajo zdaj opravljati planinski domovi, ki so odraz povečane vloge Alp za rekreacijo dolincev. Med domovi, ki so jih plazovi poškodovali ali porušili, so predhodnik današnjega Aljaževega doma v Vratih, Dom na Okrešlju, na Doliču, na Špičku...

Plaz z Mojstrovke je v zimi 1951 prišel tik do Tičarjevega doma na Vršču (Gams, 1955, s. 162), l. 1975 je oplazil zahodno fronto in zdaj čakamo, kaj bo naredil prihodnji izjemno veliki plaz, kolikor doma ne bodo prej protiplazovno zavarovali. Tudi domu na izviru Soče se je pred leti plaz približal do praga.

Naše Alpe so postale bistveno bolj ranljive, odkar vedno bolj množično privabljajo turiste. Manj žrtev plazov je zadnja leta med lovci in logarji, ki poznajo razmere, večji potencialni nevarnosti pa so izpostavljeni smučarji in drugi turisti iz dolinskih krajev. Na skupinskih smučiščih sta bili že dve večji nesreči, prva leta 1937 na severni strani Storžiča v dolini Lomščice, ki je zahtevala devet smučarjev, druga na Zelenici l. 1977 s šestimi žrtvami.

V Sloveniji smo se doslej z gradnjami v glavnem prilagajali nevarnosti snežnih plazov, umaknili del ljubelske ceste v tunel ipd. Cesta med Kranjsko goro in Bovcem ni zavarovana niti v Trenti. Nekaj zaščite so vnesle hudourniške regulacije. Do aktivne obrambe s protiplazovnimi napravami na pobočjih pa nismo prišli.

Kot pri drugih naravnih nesrečah je tudi o snežnih plazovih zbranih največ novic v dnevnikih obvestilih in v Planinskem vestniku. Prvo kompleksnejšo študijo o snežnih plazovih v Sloveniji je izdal Geografski inštitut SAZU na podlagi zbiranja gradiva v letih 1950 do 1954, ko sta bili zelo plazovni prvi dve zimi. Z njo smo dobili pregled, kje vse se plazovi javljajo in kako pogosto (Gams, 1955). Za izdelavo podrobnih regionalnih planov in načrtovanje zgradb so potrebni seveda točnejši podatki o obsegu in frekvenci plazov. Treba je priznati, da se ponekod javijo na povsem nepričakovanem kraju, zlasti, če so prašnega tipa. Zato je njihova omejitev težja kot na primer pri poplavih.

Pri Hidrometeorološkem zavodu SR Slovenije je odsek za snežne plazove, ki v zimski dobi prek sredstev javnega obveščanja opozarja o nevarnosti plazov enkrat ali tudi večkrat na dan. Podatke s terena mu posreduje deset opazovalnih postaj (Rateče-Planica, Vrščič, Kredarica, Komna oziroma Vogel, Rudno polje, Predel, Kanin-Prestelje-

niški podi, Ljubelj, Jezersko, Kravec). Od leta 1983 snuje omenjeni odsek tudi kataster snežnih plazov. Ko bo čez leta končan, bo znana mnogo bolj podrobna slika o plazovih v Sloveniji (Bemot, 1983).

L i t e r a t u r a

Bemot, F., 1983, Opozarjanje pred snežnimi plazovi in kataster snežnih plazov. Naravne nesreče v Jugoslaviji. Ljubljana

Gams, I., 1955, Snežni plazovi v Sloveniji. Geografski zbornik (3), Ljubljana

Preliminarno poročilo o delu na katastru snežnih plazov na ozemlju SH Slovenije. Tipkopis. Arhiv Hidrometeorološkega zavoda SRS, 1983, Ljubljana.

S u m m a r y

Threat of the snow avalanches

Ivan Gams

The mountains in the Slovene Alps and in the Voralpine belt are in regard to the Alps in general low but the precipitation and snow (up to 8 m yearly) represent a high potential danger. In the Pre-alpine mountains the snow avalanches are reduced by the high percentage of wood land (2/3 to 3/4). The most threatened part of the Alps is the upper Soča (Isonzo) valley. There roads to the center Bovec are sometimes interrupted, as well as the international border passes. The avalanches in Slovenia were mostly studied in the winter 1950—1954. In recent years the Hydrological institution of SR Slovenis broadcasts in winter daily warnings about the scale of the avalanches threat. There is in initial stage also the formation of the register of the avalanches.

NEVARNOST POZEBE IN MRAZA

Ciril Zrnec,* Marija Turk**

Nizke temperature, zlasti ob začetku vegetacijskega obdobja, povzročajo na kmetijskih rastlinah veliko škodo. Izgube so lahko katastrofalne zlasti na sadnem drevju, vinski trti in občutljivejših kulturah. Podan je pregled fizioloških odzivov rastlin na nizke temperature, proces pozebe rastlinskih tkiv in omenjena odpornost rastlin proti pozebi. Opisani so trije osnovni tipi ohladitev ob pozebi: advekcijski, radiacijski in evaporacijski.

UVOD

Občutljivost rastlin na nizke temperature verjetno najbolj omejuje razprostranjenost rastlin in je tudi glavni vzrok poškodb na gojenih rastlinah (Sutcliffe, 1977). V naših klimatskih pogojih uvrščamo nizke temperature, ki nastopijo pozimi, jeseni pred zaključkom vegetacije in spomladi ob začetku vegetacije, v skupino tistih meteoroloških pojavov, ki lahko povzročijo na kmetijskih rastlinah znatno škodo. Zlasti občutljive so sadne rastline in vinska trta, pri katerih pozeba dostikrat ne pomeni le izgube pridelka v tekočem letu, pač pa so posledice občutne še v naslednjih letih. Zaradi pogostosti, široke razprostranjenosti in tudi škode so spomladanske pozebe zdaleč najpomembnejše.

Ko spomladi rastline prekinejo svojo fiziološko in ekološko zimsko mirovanje, se ohladitve od časa do časa še pojavljajo v intervalih. Pri nas so spomladanske ohladitve (v marcu, aprilu, maju) dokaj pogoste. Zlasti na občutljivejših kmetijskih kulturah je škoda zelo velika. Po Huszarju (1975) znašajo letne izgube v kmetijstvu v ZDA zaradi pozebe približno eno milijardo dolarjev; največje so v sadjarstvu s polovico tega zneska. Zato si v svetu prizadevajo zaščititi predvsem dve kmetijski panogi; sadjarstvo in vinogradništvo.

Osnovni tip pozno spomladanskih ohladitev predstavljajo radiacijske ohladitve. V zmernem pasu je približno 75% vseh ohladitev v spomladanskem času radiacijskega tipa in le 25% advekcijskega tipa (Hogg, 1950). Zaščita rastlin pred radiacijsko pozebo je možna in bolj uspešna kot pred advekcijsko pozebo (Hamer, 1975).

FIZIKALNI PROCESI

Pod pojmom »pozeba« si predstavljamo poškodbe na rastlini, ki nastanejo kot posledica mraza oziroma nizkih temperatur. Vendar ni rečeno, da rastline pozebejo (odmro), ko temperatura zraka ali rastline prekorači prag 0°C . Nekatere vrste pozebejo že pri temperaturah nekaj nad 0°C , druge pa ostanejo nepoškodovane pri nižjih temperaturah. To prvenstveno zavisi od vrste same rastline in od njene razvojne stopnje — fenološke faze.

V rabi se pogostokrat zamenjujeta pojma pozeba in slana. V prvem primeru gre za posledice (fiziološke spremembe v tkivih), medtem ko je slana jasno definiran fizikalni fenomen: »slana nastane, ko se iz zraka, ki je prenasičen z vodno paro le-ta pri negativnih nizkih temperaturah izloči na predmetih in rastlinah v obliki ledenih kristalov« (Hočevar, 1966).

* Ciril Zrnec, dipl. biolog, Zavod hidrometeorološke službe v Ljubljani, Vojkova ul. 1b

** Marija Turk, magister, Zavod hidrometeorološke službe v Ljubljani, Vojkova ul. 1b

Glede na vremensko situacijo razlikujemo tri osnovne tipe ohladitev:

- te, ki jih povzročijo vdori zračnih mas s temperaturo pod zmrziščem (advekcijske ohladitve);
- te, ki jih povzročijo izgube toplote z radiacijo (radiacijske ohladitve);
- v nekaterih posebnih okoliščinah lahko pride do podhladitev rastlin tudi z evaporacijo (evaporacijske ohladitve) (Blanc et al, 1963).

Advekcijske ohladitve pomenijo vdor hladnega zraka iz polarnih predelov. Zračna temperatura je nižja od temperature rastlin in je navadno pod zmrziščem. Zato se rastline podhladijo in pozebejo. V zmernem pasu pride do takih razmer ob začetku pomladi in ob koncu jeseni, trajajo pa lahko tudi več dni.

Radiacijske ohladitve

Radiacijsko ohlajanje privede do padca temperature na kritično točko in s tem povzroči pozebo rastlin. Radiacijske ohladitve v zmernem pasu sovpadajo s pozno spomladanskimi in zgodnje jesenskimi vremenskimi situacijami. Podnevi je navadno sončno s temperaturami blizu 10° ali celo 15° C.

Ponoči pa je jasno nebo in nizka zračna vlaga omogočata hitro izgubo toplote s sevanjem (radiacijo). Temperatura naglo pada od zgodnjega popoldneva do najnižje nekaj pred sončnim vzhodom. To situacijo spremlja brezvetrije ali le rahel vetrič.

Pri nočnem ohlajanju so pomembni tokovi energije v sistemu: tla-rastlina-atmosfera. Energetska bilanca rastlin zajame na eni strani dotok toplote (s tal, protisevanje atmosfere, itd.), na drugi strani pa izgubo toplote s sevanjem, evaporacijo itd. Ko izguba toplote preseže pridobitev, temperatura pada in obratno. Ravnotežje je pri temperaturi, ki je lahko včasih nad ali pod temperaturo okolja (Sutcliffe, 1977). Pri radiacijskem ohlajanju je temperatura rastlinskih tkiv za okrog 1 do 2°C nižja od temperature obdajajočega zraka (Hamer, 1980).

V mimih, jasnih nočeh je sevanje tal in rastlin večje kot protisevanje atmosfere. K izravnavi toplotne bilance znatno prispevata konvekcija in kondukcija iz tal in zraka. Zrak se na stiku s površinama, ki sevajo (tla, rastline, itd.), ohlaja s kondukcijsko. Nastaja plitva plast hladnega zraka, ki se postopno znižuje. Tako pride do inverzne plasti. Inverzija sega največ do nekaj deset metrov visoko, izjemoma več (Kajfež, 1980). Zaradi teže se hladni zrak steka in zbira v »jezero« na najnižjih mestih. Hladni zrak je stabilen, kar je zelo pomembno za zaščito rastlin pred pozebo. Rastline podnevi nakopičijo le malo energije sončnega sevanja, veliko več je akumulirajo tla. Ponoči je tok toplote iz tal usmerjen navzgor. Če je rosišče nad zmrziščem, prekrije površine rosa, če je pod zmrziščem, se tvori slana. Če zrak ni nasičen z vodno paro, ne pride do slane, čeprav so temperature negativne, oziroma rastline podhlajene. Zato npr. listi, cvetovi in plodiči pozebejo, četudi na njih ni slane. Tudi veter in oblačnost vplivata na nočno ohlajanje. Oblaki delujejo kot zaslon za dolgovalovno sevanje zemlje in predmetov. Absorbirajo in povratno sevajo energijo ter tako v veliki meri zmanjšajo izgube toplote. Veter povzroči mešanje plasti zraka ob površju in premeša toplejši zrak z višjih s hladnejšim zrakom z nižjih plasti ter s tem prepreči nastajanje inverzne plasti.

Radiacijske pozebe so izključno lokalni, mikroklimatski pojav, kajti intenziteta ohlajanja je močno odvisna od reliefa, rastlinskega pokrova, vlažnosti tal in zraka ter drugih lokalnih vplivov (Geiger, 1957).

Vzrok za večje ohladitve je advekcija hladnih zračnih mas. Ta povzroči splošen padec temperature. Pri močnih pozebah v Sloveniji, pri katerih je prizadeta vegetacija, sodelujejo advekcijske in radiacijske ohladitve (Petkovšek, 1957).

Evaporacijske podhladitve

Po Primaultu (1957) so take podhladitve tesno povezane s količino vlage v zraku. Ko rastlinska tkiva dosežejo temperaturo, ki je blizu kritične točke (praga naravne odpornosti na nizke temperature) in so pri tem rastline mokre, obstaja nevarnost, da pri relativno

nizki vlagi zraka voda s površine rastlin hitro izhlapeva. Izparilna toplota vode je precejšnja in se odzema rastlinam. Že v nekaj minutah pride zaradi podhladitve rastlinskih tkiv do pozebe in to celo pri temperaturah zraka, ki so nad ničlo. Evaporacijska pozeba nastane, ko hladen dež v obliki plohe zmoči rastline, temu pa sledi suh veter.

FIZIOLOŠKI PROCESI

Rastline in temperature

Nezmožnost rastlin, da bi regulirale svojo lastno temperaturo, se izrazito kaže pri nočnih (radiacijskih) izgubah toplote, ko temperatura rastlinskih tkiv lahko pade pod temperaturo obdajajočega zraka (Sutcliffe, 1977; Hamer, 1980).

Pri vsaki rastlinski vrsti, sorti in vsaki fenološki fazi so pomembni štirje temperaturni pragovi: naravna odpornost na nizke temperature, ničelna točka rasti, še dopustni maksimum in absolutni maksimum.

Fiziološki učinki nizkih temperatur in mehanizem pozebe rastlinskih tkiv

V naravi pride do pozebe občutljivih rastlin in tkiv ne glede na to, ali se je led v rastlinskem tkivu tvoril ali ne (Sarič, 1977). Dolgo časa je prevladovalo mnenje, da je pozeba posledica predrtja celic, ki naj bi ga povzročilo zmrznenje celičnega soka (intracelularne vode).

Kasnejše anatomske in fiziološke raziskave pozebljih tkiv so pokazale naslednje. Rastlinska tkiva so sestavljena iz celic, ki se ne dotikajo tesno, pač pa so vmes intercelularni prostori, napolnjeni z bolj ali manj koncentrirano vodno raztopino. Ker to ni čista voda, se izvrši prehod v led pri temperaturah pod 0° C. Čim bolj je intercelularna raztopina koncentrirana, nižje je zmrzišče. Ledeni kristali v intercelularnih prostorih v glavnem ne povzročijo mehanskih poškodb, ker so celične stene do neke meje plastične. Kadar postane ledeni kristal izjemno velik, utegne poškodovati eno ali več celičnih sten, ki ga obkrožajo. Potem ko nastane kristal ledu, se med vodo in ledom takoj vzpostavi gradient pamega pritiska in kristal raste. Voda, ki sestavlja celični sok, prehaja skozi polprepustno celično steno po zakonu osmoze. To zviša koncentracijo celičnega soka in nevarnost zmrzovanja znotraj celice ustrezno pada. Vendar se zaradi dehidracije v notranjosti celice začnejo hitre transformacije proteinov, ki so nepovratne.

Ko temperatura ponovno naraste, se voda, ki so jo ledeni kristali »povlekli« iz celic, »vme« v celični sok (tu gre ponovno za osmotsko izmenjavo med raztopinama). Vendar se proteini ne morejo obnoviti in celica hitro odmre, čeprav mehansko ni bila poškodovana.

Večina rastlin, ki so odporne na nizke temperature, lahko brez škode prenaša zmrzovanje vode v intercelularnih prostorih, medtem ko tvorbe ledu znotraj celic ne morejo preživeti niti odpornost rastline. Do nastanka intracelularnega ledu pride ob zelo naglem ohlajanju rastlin.

S to fizikalno in mehansko teorijo pozebe rastlinskih tkiv ni pojasnjena pozeba rastlin pri temperaturah, višjih od 0° C (t.j. brez tvorbe ledu v tkivu). Izgled rastlin, ki so pozeble pri temperaturi +5° C, je zelo podoben rastlinam, ki so pozeble pri negativnih temperaturah.

Po Primaultu (1979) začnejo toploljubne rastline (npr. banane, kavovec) izločati vodo iz celic, ko temperatura pade pod nek prag. Izsuševanje celic oziroma proteinov in spremeljajoča nepovratna transformacija je torej popolnoma enakega značaja, kot tvorba ledu v intercelularnih prostorih.

V zadnjem času pripisujejo velik pomen sulfhidril-disulfidni oziroma Levittovi hipotezi mehanizma poškodb po pozebi. Po Levittu pride do poškodb pri nizkih temperaturah zaradi agregacije proteinov, kot posledice tvorbe disulfidnih vezi (-S-S-), ki nastanejo iz manj stabilnih sulfhidrinskih (SH) vezi v sosednjih molekulah proteinov. Proteinske molekule se na ta način strukturno spremenijo, kar razruši encimatske aktivnosti.

Odpornost rastlin proti nizkim temperaturam

Tabela 1: Kritične temperature (0°C), ki povzročajo pozebo na posameznih organih nekaterih kmetijskih rastlin (Sarič, 1975):

	brst in cvet	list	steblo	nedozoreli plodovi in seme
kumare	2,0	1,5	1,0	0,5
fižol	0,5	0,3	-1,0	-1,2
paradižnik	1,0	1,0	0,5	0,0
ajda	0,5	-0,7	-1,0	-1,0
koruza	0,2	-0,8	-1,2	-1,5
krompir	-0,5	-0,3	-1,5	-
proso	0,0	-0,5	-1,0	-
soja	-0,5	-1,0	-1,5	-2,0
sončnica	-1,0	-2,0	-3,0	-2,5

Odpornost proti nizkim temperaturam so rastline pridobile s filogenetskim razvojem in pomeni sposobnost, da lahko v nekem obdobju svojega letnega in življenjskega ciklusa prenesejo (preživijo) nizke temperature (Sarič, 1977).

Suha semena v fazi mirovanja prenesejo zelo nizke temperature, medtem ko kaleče seme pozebe že pri temperaturi okrog 0°C.

Odpornost na nizke temperature se pri večini rastlin spreminja z letnim časom, vzporedno s spremembami temperature okolja. Odpornost se zviša v poznem poletju, ko temperature zraka padajo, zniža pa spomladi, ko temperature zraka naraščajo. Poleti, ko so temperature zraka visoke, so rastline občutljivejše, kot pozimi. Ta proces, znan kot aklimatizacija (Sutcliffe, 1977), dobro ilustrirajo alpske rastline.

Brsti lesnih rastlin so v času mirovanja odpornejši proti nizkim temperaturam, kot mladi, razvijajoči se listi, poganjki ali cvetovi. Zaščitni luskolisti brsta delno zadržijo toploto, ki se sprošča pri dihanju, medtem ko pri njem pri mladih razvijajočih se tkivih niso ugotovili signifikantnega dviga temperature.

Vendar luskolisti pripomorejo k manjšemu ohlajanju samo ob nočnih radiacijskih izgubah, zlasti če so temne barve. Ko temperatura zraka močno pada, se tudi notranjost brsta navzlic luskolistom ohlaja skoraj tako hitro kot okoliški zrak.

Podzemni deli trajnic (korenike, rizomi, gomolji) so manj občutljivi na pozebo kot nadzemni organi. Delno je ta odpornost genetsko pogojena, imajo pa tudi majhne radiacijske izgube.

Najobčutljivejši na pozebo so generativni organi. Občutljivost se stopnjuje s fazo razvoja: najmanj občutljiv je zaprt brst, najbolj pa ravnokar oplojeni cvet oziroma že plodič.

Tabela 2: Temperature, pri katerih pozebejo posamezni organi sadnih rastlin in vinske trte (Young, 1974; cit. Otorepec, 1980)

sadna vrsta	faza razvoja		
	zaprti brsti °C	polno cvetenje °C	mladi oploj. plodiči °C
jablana	-3,8	-2,2	-1,7
hruška	-3,8	-2,2	-1,1
češnja	-2,2	-2,2	-1,1
breskev	-3,8	-2,7	-1,1
sliva	-3,8	-2,2	-1,1
marelica	-3,8	-2,2	-0,6
mandelj	-4,4	-3,3	-1,1
oreh	-1,1	-1,1	-1,1
vinska trta	-1,1	-0,6	-0,6

Cvetenje je pri večini rastlin postopno in na rastlini so hkrati cvetni brsti, odprti cvetovi in oplojeni plodiči, zato je pozeba popolna le pri nizkih temperaturah. Pri zmernih padcih temperature, npr. do -2°C , pozebejo le najboljčutiljivejša tkiva in pride samo do redčenja cvetnega nastavka. Na obseg pozebe vplivata tudi trajanje in pogostost nizkih temperatur; ni vseeno, ali se nizke temperature pojavljajo samo v eni noči, ali pa trajajo več noči zapored.

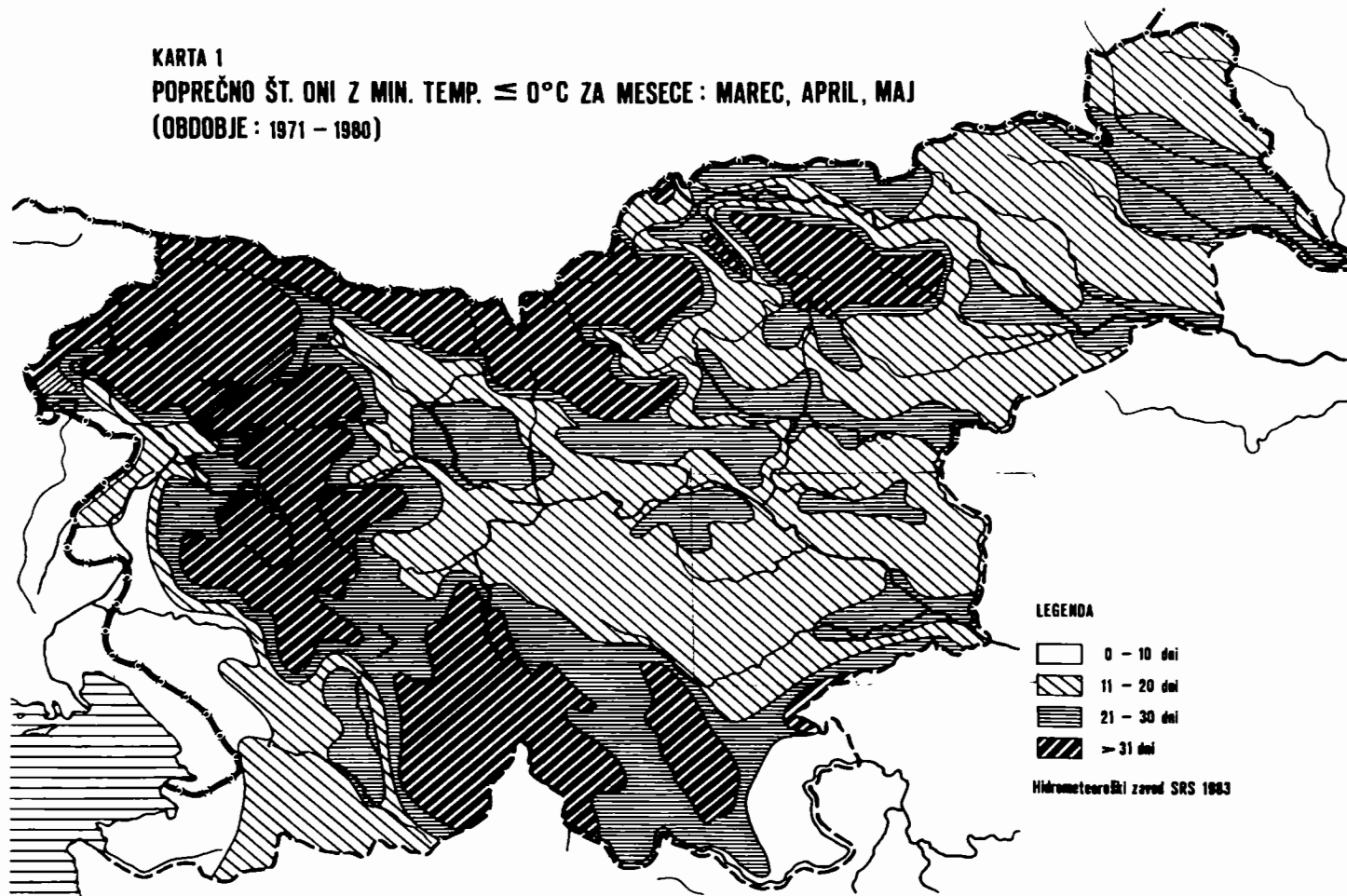
Stepanov (cit. Otorepec, 1980) je rastline razvrstil v pet skupin glede na odpornost v začetnih fazah razvoja:

1. zelo odporne; prenesejo temperaturo do -7° , -10°C (jara pšenica, oves, ječmen, mak)
2. odporne; prenesejo temperaturo do -5° , -8°C (sončnice, lan, konoplja, sladkorna pesa, korenje, krmna pesa)
3. srednje odporne; prenesejo temperaturo do -3° , -4°C (soja)
4. slabo odporne; prenesejo temperaturo do -2° , -3°C (koruza, proso, krompir)
5. neodporne; pozebejo že pri temperaturi $-0,5^{\circ}\text{C}$, $-1,5^{\circ}\text{C}$ (ajda, kumare, paradižnik, fižol, sadno drevje, vinska trta)

Leto 1977 je bilo izjemno glede močne pozebe. Pogoste nizke temperature so bile v marcu in aprilu. V maju pa je temperatura pod 0°C nastopila le na postajah, ki so tudi sicer znane kot hladne, npr. Brnik, Rateče Planica, Nova vas, Bloke, Ambrus (4–5-krat), Babno polje (3-krat). Slednje lahko pripišemo izraziti mikrolokaciji te postaje. Na Slovenskem je leta 1977 pozeba naredila na sadnem drevju veliko gospodarsko škodo. V enem mesecu je bila 3-kratna zaporedna ohladitev: prva ohladitev je bila 1. in 2. aprila, ko so imele vse postaje negativne temperature, razen na Primorskem, deloma tudi na Krasu, ter izjemoma v izrazito toplih legah v notranjosti Slovenije. Druga ohladitev je bila 11., 12. in 13. aprila. Tretja ohladitev je bila 16. in 17., ko so se minimalne temperature spustile celo do -10°C . Zadnjo ohladitev je povzročil prodor hladnega polarnega zraka, ki je zajel vso Slovenijo (advekcijška pozeba). Zato ni bilo bistvenih razlik v temperaturnih razmerah med kotlinskimi postajami oziroma postajami na pobočjih.

Karta 1 prikazuje temperature značilnosti Slovenije v spomladanskem času marec–maj, glede na pogostost nastopov minimalnih temperatur $\leq 0^{\circ}\text{C}$. Na dobro prevetrenih postajah hladni zrak odteka in ne pride do njegovega zadrževanja; ponavadi so te postaje na pobočjih ali vrhovih. Število dni z min. $T \leq 0^{\circ}\text{C}$ z nadmorsko višino raste. Dolinske in kotlinske meteorološke postaje izstopajo z večjim številom dni, kot bi jih imele po gradientni zakonitosti.

KARTA 1
POPREČNO ŠT. ONI Z MIN. TEMP. $\leq 0^{\circ}\text{C}$ ZA MESECE : MAREC, APRIL, MAJ
(OBDOBJE : 1971 - 1980)

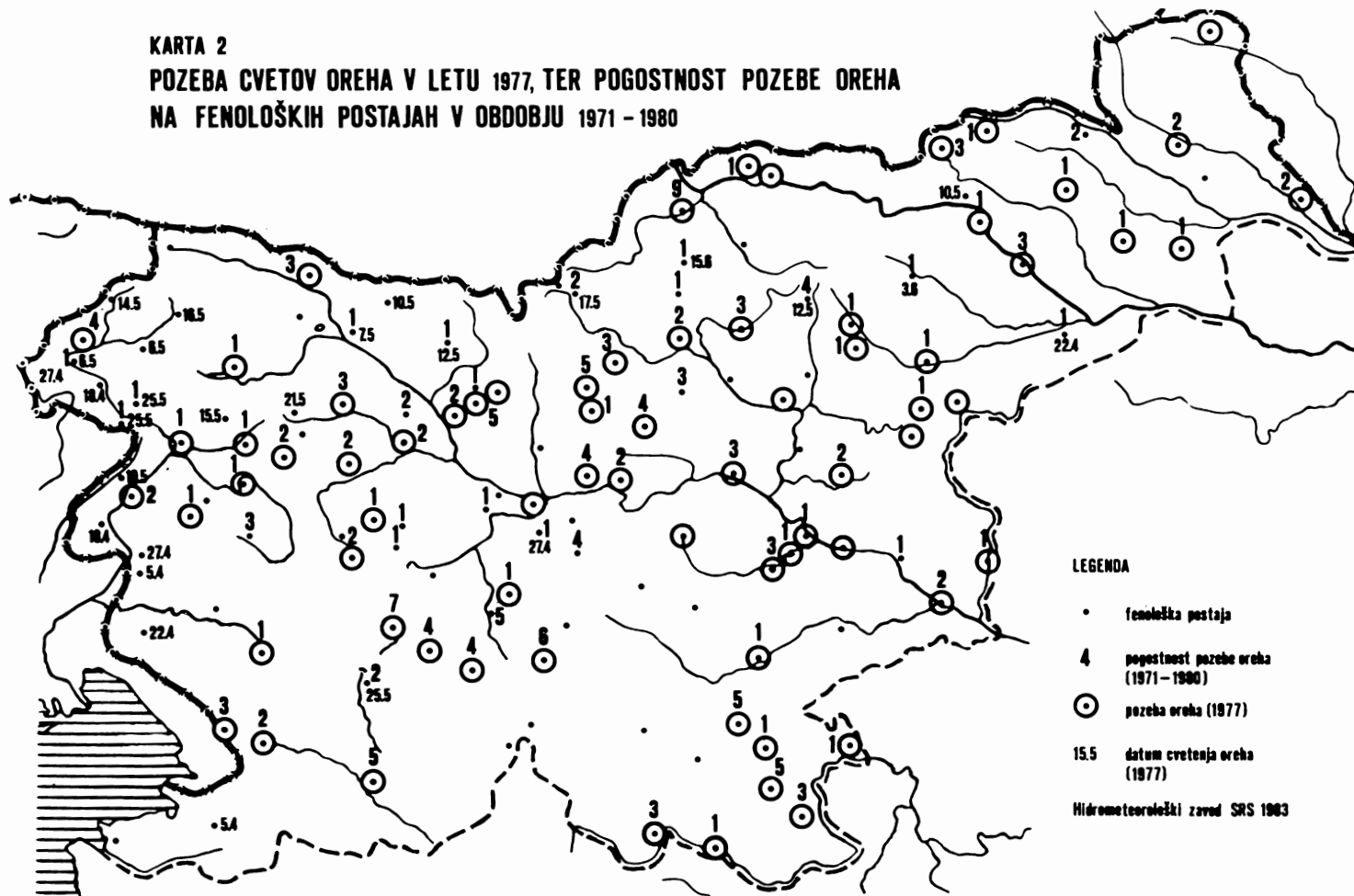


LEGENDA

- 0 - 10 dni
- 11 - 20 dni
- 21 - 30 dni
- > 31 dni

Hidrometeorološki zavod SRS 1983

KARTA 2
POZEBA CVETOV OREHA V LETU 1977, TER POGOSTNOST POZEBE OREHA
NA FENOLOŠKIH POSTAJAH V OBDOBJU 1971 - 1980



LEGENDA

- fenološka postaja
- 4 pogostnost pozebe oreha (1971-1980)
- ⊙ pozeba oreha (1977)
- 15.5 datum cvetenja oreha (1977)

Hidrometeorološki zavod SRS 1983

Na karti 2 so prikazane pogostosti pozebe oreha na fenoloških postajah v obdobju 1971—1980; kar pomeni, da je bila dosežena kritična temperatura $-1,1^{\circ}\text{C}$. Prav tako so prikazani izpadi fenološke faze cvetenja pri orehu v letu 1977. Oreh je normalno cvetel le na Primorskem, kjer minimalne temperature niso dosegle kritičnih vrednosti, oziroma na tistih fenoloških postajah, kjer oreh običajno prične cveteti konec aprila ter v maju (Zg. Posočje, na Gorenjskem ter na obrobju Pohorja). Na postajah, ki so označene z zvezdico — takih je kar 72 — pa zaradi pozebe faza cvetenja ni nastopila.

H kartam še to pojasnilo:

Pri naši analizi so bile upoštevane meteorološke postaje nadmorske višine okoli 700 m. Nevamost pozeh na višjih legah je manjša. Razvoj vegetacije namreč nad to nadmorsko višino močno kasni in je pozeba v marcu, aprilu in maju ne prizadene.

ZAKLJUČKI

Pogost vzrok za pozebo na Slovenskem je stekanje in zadrževanje hladnega zraka v zaprtih dolinah in kotlinah, kjer so tudi sicer največje kmetijske površine.

Zaščita rastlin pred pozebo, ki jo povzroča radiacijska ohladitev, je dokaj uspešna, manj pa obramba pred advekcijsko pozebo.

S pravnim izborom lokacij nasadov, uvajanjem ustreznih odpomejših vrst, primerno vzgojo ter tudi z aktivno obrambo, je mogoče znatno omiliti spomladanske pozebe.

Pri načrtovanju nasadov je smiselno, da predhodno ugotovimo klimatske pogoje ter ocenimo smotnost projekta.

Literatura

- Arhiv meteoroloških in fenoloških podatkov. Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana
- Geiger, R., 1957, The climate near the ground. Chapter 40: Destructive frost as a microclimatic phenomenon, str. 396—412, Cambridge, Massachusetts
- Hamer, P. J. C., 1975, Physics of Frost. Climate and the Orchard, urednik Pereira, H. C. Commonw. Bur. Hortic. Plant. Crops, Res. Rev., 5: str. 66—72
- Hočevar, A., 1966, Karakteristike obdobja brez slane v Sloveniji. Zbornik BF, zv. 12, str. Ljubljana
- 1971, Agrometeorologija. Str. 193, Ljubljana
- 1982, O sodobnih pristopih k študiju odnosov med rastlinami in atmosfero. Zbornik BF, zv. 37, str. 29—43, Ljubljana
- Hogg, W. H., 1964, Frost Prevention in Outch Light Frames. Agric. Meteorol., 1, str. 121—129
- Huszar, P. C., 1975, Frost and freezing hazard in the United States: a research assessment. Colorado. Univ., Boulder. Institute of Behavioral Science. Program on Technology, Environment and Man, Monograph št. NSF-RA-E-75-015
- Kajfež, L., 1980, Talne in dvignjene temperature inverzije. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani, Ljubljana
- Malovrh, V., 1957, Slana kot agrometeorološki faktor. Deset let HMZ, str. 117—136, Ljubljana
- Otorepec, S., Vukmirovič, M., Stanković, D., 1970, Proljetni mravezi u Jugoslaviji s naročitim osvrtom na ugroženost jabuke i breskve u fazi punog cvetenja SHMZ, str. 57, Beograd
- 1980, Agrometeorologija. Poglavlje: Nepovoljne vremenske pojave za porast i razviće biljaka, str. 63—85, Nolit, Beograd
- Petkovšek, Z., 1957, Doprinos k prognozi spomladanskih pozeh. Meteorološki zbornik I, str. 58—69, Ljubljana
- Primault, B., 1971, Du risque de gel et de sa prévision. Publications de l'Institut Suisse de Meteorologie, št. 20, str. 1—17
- 1975, Essais d'évaluation climatologique du risque de gel. Meteorologische Zentralanstalt, Veröffentlichungen, št. 33, str. 26
- 1979, Plant Climate (Heating and Cooling), v Agrometeorology, str. 200—211, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
- Sarič, M. R., 1975, Fiziologija biljaka. Poglavlje: Otpornost biljaka prema niskim temperaturama, str. 468—479, Beograd
- Schnelle, F., 1965, Frostschutz im Pflanzenbau. Band 1 in 2, BLV Verlag, str. 555, München

Poprečno število dni z minimalno temperaturo $\leq 0^{\circ}\text{C}$ za mesec marec, april in maj ter poprečno število dni z minimalno temperaturo v intervalih -0.1 do -2.0 , -2.1 do -4.0 , ≥ -4.0 za obdobje 1971–1980.

Postaja	Poprečno število dni z min. temp. $\leq 0^{\circ}\text{C}$				Poprečno število dni z minimalno temperaturo											
					-0.1 do -2.0				-2.1 do -4.0				< -4.0			
	marec	april	maj	vsota	marec	april	maj	vsota	marec	april	maj	vsota	marec	april	maj	vsota
Volčji potok*	18.0	9.0	0.9	27.9	6.6	5.1	0.4	12.1	4.4	2.1	0.1	6.6	5.6	0.5	0.0	6.1
Brnik*	20.6	12.1	2.0	34.7	6.2	5.4	1.3	12.9	6.0	3.9	0.3	10.2	7.6	2.0	0.1	9.7
Javorje nad Poljanami	11.9	3.3	0.4	15.6	5.3	2.9	0.3	8.5	2.7	0.2	0.0	2.9	3.3	0.0	0.0	3.3
Rateče-Planica*	25.6	18.5	3.6	47.7	7.0	9.3	1.6	17.9	7.2	4.8	0.7	12.7	10.4	3.1	0.4	13.9
Tolmin*	11.1	3.5	0.3	14.9	4.7	2.6	0.3	7.6	3.1	0.4	0.0	3.5	2.6	0.0	0.0	2.6
Cepovan*	14.9	6.8	0.1	21.8	6.9	4.6	0.1	11.6	4.1	1.6	0.0	5.7	3.7	0.4	0.0	4.1
Vadrijan	3.3	0.0	0.0	3.3	1.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.7	0.0	0.0	0.7
Nova Gorica*	7.0	0.6	0.0	7.6	3.8	0.6	0.0	4.4	1.3	0.0	0.0	1.3	1.5	0.0	0.0	1.5
Slap pri Vipavi	5.7	0.9	0.0	6.8	2.5	0.4	0.0	2.9	1.7	0.0	0.0	1.7	1.2	0.0	0.0	1.2
Novelo pri Ternici	4.8	0.1	0.0	4.9	2.6	0.1	0.0	2.7	0.6	0.0	0.0	0.6	1.3	0.0	0.0	1.3
Komen na Krasu	5.6	0.4	0.0	6.0	2.5	0.2	0.0	2.7	1.2	0.0	0.0	1.2	1.2	0.0	0.0	1.2
Godnje pri Tomaju*	10.7	2.6	0.2	13.5	4.9	2.1	0.2	7.2	2.2	0.1	0.0	2.3	3.1	0.0	0.0	3.1
Portorož	1.7	0.0	0.0	1.7	1.3	0.0	0.0	1.3	0.3	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
Kubed*	8.8	1.3	0.0	10.1	4.2	1.0	0.0	5.2	2.0	0.0	0.0	2.0	1.4	0.0	0.0	1.4
Ilirska Bistrica*	14.4	6.2	0.4	21.0	5.3	3.3	0.3	8.9	3.3	1.9	0.1	5.3	5.5	0.2	0.0	5.7
Postojna*	15.0	9.1	0.6	24.7	5.7	5.8	0.6	11.9	3.9	2.4	0.0	6.3	5.3	0.4	0.0	5.7
Planina pri Raketu*	14.8	7.8	0.7	23.3	5.5	4.8	0.8	10.9	3.6	2.1	0.0	5.7	5.7	0.3	0.0	6.0
Nova vas na Blokah*	19.2	14.2	3.0	36.4	4.4	5.9	1.8	12.1	4.6	4.4	0.8	9.8	9.7	3.3	0.2	13.2
Babno polje*	24.3	18.6	7.3	50.2	6.6	5.7	4.1	16.4	4.9	5.2	1.6	11.7	12.1	7.3	0.8	20.2
Kočevje*	16.9	8.7	0.7	26.3	7.2	5.7	0.6	13.5	4.7	2.5	0.1	7.3	4.9	0.1	0.0	5.0
Ljubljana-Bežigrad*	10.5	2.1	0.2	12.8	4.8	1.7	0.2	6.7	2.6	0.3	0.0	2.9	2.8	0.0	0.0	2.8
Sevno na Dolenjskem	10.2	3.2	0.4	13.8	4.4	2.6	0.2	7.2	2.5	0.2	0.0	2.7	3.0	0.0	0.0	3.0
Klenik pri Vačah	10.6	2.2	0.4	13.2	4.4	2.1	0.3	6.8	2.4	0.1	0.0	2.5	3.3	0.0	0.0	3.3
Sela pri Planini/Sevnica	11.4	4.4	0.4	16.2	4.7	3.1	0.2	8.0	2.8	0.6	0.1	3.5	3.6	0.0	0.0	3.6
Bizeljsko	12.5	3.9	0.3	16.7	5.3	2.8	0.2	8.1	2.8	0.7	0.1	3.6	4.2	0.1	0.0	4.3
Pišce	10.1	1.9	0.2	12.2	3.8	1.5	0.2	5.5	2.6	0.1	0.0	2.7	3.3	0.0	0.0	3.3
Gornji Lenart*	14.7	5.7	0.6	21.0	5.1	3.9	0.4	9.4	4.0	1.2	0.2	5.4	4.6	0.0	0.0	4.6
Ambrus*	20.2	13.2	2.0	35.4	6.1	5.3	1.2	12.7	5.0	4.1	0.2	9.3	7.6	1.9	0.1	9.6
Novo mesto*	13.5	4.7	0.3	18.5	5.9	4.1	0.2	10.2	3.4	0.5	0.1	4.0	3.7	0.0	0.0	3.7
Črnomelj*	11.9	3.2	0.3	15.4	4.0	2.8	0.2	7.0	3.4	0.3	0.1	3.8	4.0	0.0	0.0	4.0
Rogaška Slatina*	15.5	5.6	0.5	21.6	5.1	3.8	0.2	9.1	4.0	1.5	0.2	5.7	5.5	0.1	0.0	5.6
Celje*	17.4	8.1	1.0	26.5	6.1	4.7	0.9	11.7	3.9	2.9	0.1	6.9	7.0	0.4	0.0	7.4
Mozirje*	14.7	5.0	0.4	20.1	6.6	4.0	0.3	10.9	3.7	0.6	0.0	4.3	3.7	0.0	0.0	3.7
Ravne na Koroškem*	17.4	6.5	0.5	24.4	6.9	4.8	0.4	12.1	4.3	1.0	0.1	5.4	5.1	0.0	0.0	5.1
Velenje*	13.1	3.1	0.4	16.6	5.9	2.7	0.3	8.9	3.5	0.2	0.0	3.7	3.0	0.0	0.0	3.0
Slovenska Konjice*	11.6	2.3	0.4	14.3	5.2	1.7	0.4	7.3	2.7	0.6	0.0	3.3	3.2	0.0	0.0	3.2
Pragersko*	15.3	6.8	0.8	22.9	6.0	4.6	0.4	11.0	5.0	1.4	0.2	6.8	3.5	0.0	0.0	3.5
Starše*	13.1	4.6	0.4	18.1	5.8	3.1	0.0	8.9	3.4	1.0	0.3	4.7	3.6	0.0	0.0	3.6
Maribor*	11.4	1.6	0.3	13.3	5.3	1.4	0.3	7.0	2.8	0.0	0.0	2.8	3.1	0.0	0.0	3.1
Radlje ob Dravi*	15.7	6.8	0.7	23.2	5.4	4.8	0.5	10.7	5.0	1.8	0.1	6.9	4.8	0.1	0.0	4.9
Smartno pri Slov. Gradcu*	19.9	10.9	1.7	32.5	7.9	6.8	1.2	15.9	5.5	2.4	0.2	8.1	6.0	0.8	0.1	8.9
Polški vrh	17.7	7.4	0.6	25.7	5.6	4.5	0.0	10.1	3.8	1.6	0.4	5.8	6.6	0.1	0.0	6.7
Zgornja Ščavnica	9.8	1.8	0.3	11.9	4.3	1.8	0.2	6.1	2.6	0.0	0.0	2.6	2.3	0.0	0.0	2.3
Gornja Radgona*	12.5	2.8	0.4	15.7	5.2	2.0	0.3	7.5	3.7	0.5	0.1	4.3	3.1	0.0	0.0	3.1
Mestni vrh pri Ptujju	9.4	1.2	0.3	10.9	4.8	0.8	0.3	5.9	2.1	0.1	0.0	2.2	2.4	0.0	0.0	2.4
Turški vrh pri Zavrču	10.3	1.8	0.3	12.4	3.2	0.8	0.2	4.0	2.4	0.3	0.0	2.7	2.8	0.0	0.0	2.8
Ježuzalem	9.5	2.1	0.1	11.7	2.7	0.6	0.1	3.4	2.3	0.3	0.0	2.6	2.6	0.0	0.0	2.6
Podgradje	7.9	1.1	0.1	9.1	3.5	0.7	0.0	4.2	1.5	0.1	0.0	1.6	2.4	0.0	0.0	2.4
Lendava*	10.9	2.8	0.3	14.0	5.6	2.2	0.2	8.0	2.4	0.3	0.0	2.7	2.5	0.0	0.0	2.5
Murska Sobota*	15.7	6.8	0.6	23.1	5.3	3.8	0.2	9.3	3.8	2.6	0.3	6.7	5.7	0.1	0.1	5.9
Veliki Dolenci	13.7	4.2	0.4	18.3	4.3	2.3	0.3	6.9	4.1	0.6	0.1	4.8	3.4	0.2	0.0	3.6

Sutcliffe, J., 1977, *Plants and temperature*. Str. 57, London

Turk, M., 1982, Interna poročila o problematiki pozebe in zaščite HMZ 1981. Tipkopis, Hidrometeorološki zavod, Ljubljana

S u m m a r y Risk of freezing and frost

Ciril Zrnec, Marija Turk

The frost and freezing hazard is generally considered to be an agricultural problem, but the effects extend through the entire economy in the forms of food shortages and higher prices. Especially vine, fruit and tender annual horticultural crops are subject to damage from freezing weather. Late spring frosts and the serious loss that they cause are of wide economic importance.

A survey of physiological effects on plant tissues under low temperature conditions is given in this paper. The mechanism, of frost injury and hardiness of plants is described.

Three primary causes of frost are described: frost with wind (frost by advection), frost by radiation and frost by evaporation.

DOSTAVEK

Urednik tega zbornika je referatu o pozebi dodal še dve tabeli o absolutnih izmerjenih temperaturnih nizkih v letih 1919—1938 in 1931—1960. Obe sta povzeti po knjigi J. Pučnika, Velika knjiga o vremenu, Ljubljana 1980. K njima naslednja pojasnila.

Mnogo vremenskih postaj, ki jih vsebujeta tabeli, ni delovalo vsa, v naslovu tabel označena leta. Njihove manjkajoče podatke so dopolnili po bližnjih trajnejših postajah. Tako izpopolnjevanje podatkov pa daje vprašljive vrednosti zlasti za absolutne temperaturne nizke, ki so ob istem mrazu lahko za več stopinj različni v dveh sosednjih dolinah ali kotlinah oziroma kraških depresijah (kraškem polju). V dnu reliefnih depresij se največ temperaturnih nizkov javlja v času temperaturne inverzije, ko je najhladnejši zrak tik pri tleh.

To velja še posebej za absolutne nizke vse dobe. J. Pučnik je absolutne izmerjene nizke hladnega februarja 1929 (točneje 12. februarja) vpisal v tabelo za leta 1931—60 in zato smo te primere tu označili tudi mi.

Zaradi kratkotrajnega delovanja mnogih postaj je težko odgovoriti na vprašanja, koliko v tabelah vnešeni nizki veljajo za petdesetletno ali celo stoletno ponavljanje. Negotovost izvira tudi iz razlik med kotlinami — dolinami. Ponekod so bile temperature najnižje 12. februarja 1929, drugod med 10. in 15. februarjem 1956.

Na Slovenskem znotraj SRS je najdlje in najbolj trajno delovala ljubljanska postaja in ta je v dobi 1851—1950 zabeležila najnižjo temperaturo 11. decembra 1879 ($-26,5^{\circ}$). Toda pri njej je potrebno upoštevati, da odraža vedno bolj mestno klimo. Bližnja postaja Ljubljana-Polje (letališče) je v letih 1931—60 namerila najnižjo temperaturo 23. januarja 1942, in sicer $-31,5^{\circ}$.

V obeh tabelah prikazani nizki za spomladanske mesece, za junij in september, izmerjeni v štiridesetletni dobi, so verjetno za marsikoga presenetljivi. S takimi nizki je potrebno računati v približno petdesetletni dobi. Seveda ne povsod v bližini teh postaj, ker so tudi tu nizki često posledica nočne inverzije. Zato je junijski nižek v »Slovenski Sibiriji« — na Babnem polju (n.v. 756 m) $-4,0^{\circ}$ (1. junij), na višji postaji (937 m) Gomance, ki so v zelo plitvi dolinici, pa »le« $+0,5^{\circ}$.

Žal nimamo študij o škodi zaradi hudega zimskega mraza. Izjema je razprava D. Mezeta o pozebi oljke v Primorju leta 1956, ko je v Koprju temperatura padla do $-12,8^{\circ}$ C (»Pozeba oljke v Primorju leta 1956«. Geografski zbornik (5), 1959).

Od stroškov, ki jih zahteva večja prilagodljivost ali obramba pred pozebo, in od škode, ki jo lahko povzroči, je odvisno, koliko se naj upošteva verjetnost ponavljanja takih mrazov, kot jih izkazujejo tabeli. Ne gre samo za pozebe na vegetaciji, temveč tudi za tekočine in za vse drugo, kar lahko zmrzne v napravah. Podobna načela veljajo tudi za vse ostale naravne nesreče. V vsakem primeru pa moramo vedeti, kaj se nam lahko pripeti. Zato smo tudi pridali prispevku o pozebi ti dve tabeli.

Absolutni nižki temperature v letih 1931—1960
(v oklepaju je dan nastopa nižka)

Postaja	marec	april	maj	junij	september	absolutni nižek vse dobe
Ajdovščina	-8,9 (8)	-4,0 (9)	-2,4 (8)	4,7 (1)	2,0 (22)	-15,8 (10. 2.)
Babno polje	-30,6 (13)	-13,4 (5)	-12,0 (8)	-4,0 (1)	-7,0 (21)	-34,5 (15. 1.)
Bled	-14,4 (3)	-8,8 (11)	-4,4 (10)	3,5 (5)	0,3 (30)	-23,1 (6. 1.)
Bovec	-11,6 (14)	-5,2 (9)	-2,1 (8)	3,4 (3)	1,0 (29)	-18,0 (23. 1.)
Brežice	-15,2 (4)	-5,9 (7)	-2,4 (8)	3,0 (3)	0,0 (20)	-25,9 (4. 2.)
Celje	-22,8 (4)	-9,4 (9)	-3,8 (9)	0,8 (1)	-1,2 (21)	-31,0 (3. 2.)
Črnomelj	-17,0 (4)	-7,1 (16)	-2,3 (8)	1,7 (1)	-0,1 (22)	-22,0 (19. 1.)
Dubrava-Zavrč	-17,1 (4)	-5,5 (12)	-3,0 (23)	2,9 (3)	-3,2 (30)	-27,0 (15. 2.)
Golnik	-13,0 (3)	-4,7 (9)	-2,5 (8)	2,1 (17)	0,6 (30)	-20,8 (3. 2. 1929)
Gornjanec	-19,6 (17)	-11,6 (9)	-8,4 (8)	0,2 (5)	-1,0 (12)	-27,0 (12. 2. 1929)
Hotomež	-14,7 (4)	-6,3 (19)	-3,6 (20)	4,2 (22)	0,2 (27)	-21,8 (12. 2.)
Jeruzalem	-11,2 (8)	-4,3 (8)	-1,2 (11)	6,0 (4)	2,9 (30)	-21,0 (10. 2.)
Jezerško	-19,2 (13)	-14,6 (5)	-6,2 (3)	-1,0 (3)	-2,2 (17)	-25,7 (7. 1.)
Kočevoje	-20,2 (13)	-9,6 (9)	-4,4 (3)	-0,6 (1)	-2,9 (20)	-31,5 (23. 1.)
Koper	-5,8 (16)	-0,5 (20)	0,1 (20)	5,5 (5)	2,9 (21)	-12,8 (10. 2.)
Kozina	-13,2 (13)	-7,2 (9)	-4,6 (8)	3,8 (22)	2,2 (21)	-20,9 (10. 2.)
Kranjska gora	-16,1 (13)	-10,9 (6)	-7,5 (7)	0,5 (3)	-2,8 (19)	-25,2 (22. 1.)
Kredarica	-24,0 (12)	-19,2 (8)	-11,0 (2)	-6,0 (12)	-4,5 (30)	-27,7 (15. 2.)
Krško	-13,2 (4)	-4,6 (9)	-1,1 (9)	3,5 (1)	2,3 (21)	-21,0 (17. 2.)
Kubed	-7,6 (9)	-2,6 (9)	-1,8 (8)	6,3 (5)	2,7 (20)	-14,6 (16. 2.)
Ljublj.-letališče	-19,0 (13)	-7,2 (9)	-3,9 (9)	3,3 (26)	-2,0 (29)	-28,2 (15. 2.)
Ljublj.-Bežigrad	-15,7 (13)	-5,3 (9)	-2,8 (9)	3,7 (3)	-0,8 (30)	-25,6 (3. 2. 1929)
Lož	-5,8 (13)	-1,9 (9)	0,2 (8)	7,8 (1)	7,3 (22)	-13,2 (10. 2.)
Maribor-Tezno	-19,0 (4)	-5,8 (9)	-5,0 (11)	1,5 (3)	-1,0 (22)	-18,3 (15. 2.)
Murska Sobota	-22,4 (4)	-7,4 (6)	-2,0 (12)	2,2 (3)	-1,2 (29)	-29,2 (23. 2. 1929)
Novo mesto	-15,9 (3)	-7,5 (9)	-4,7 (8)	1,0 (3)	-1,1 (30)	-30,8 (3. 2. 1929)
Planina pod Gol.	-14,2 (10)	-8,3 (9)	-6,1 (3)	-0,5 (3)	-1,6 (21)	-22,1 (6. 1.)
Planina pri Sevnici	-10,6 (11)	-4,6 (8)	-2,2 (8)	3,3 (2)	1,6 (30)	-27,5 (10. 2.)
Postojna	-24,4 (13)	-9,4 (9)	-5,6 (9)	-0,2 (1)	-3,4 (21)	-30,5 (16. 2.)
Rateče-Planica	-18,8 (13)	-9,3 (9)	-8,3 (9)	-8,2 (7)	-2,1 (1)	-29,1 (6. 1.)
Ribniška koča	-17,6 (9)	-13,0 (8)	-8,0 (9)	-5,5 (10)	-6,2 (2)	-25,0 (10. 2.)
Šmartno/Sl. Gr.	-20,1 (9)	-7,4 (1)	-5,9 (11)	-0,6 (1)	-2,4 (21)	-30,8 (29. 12.)
Vipolže	-5,3 (10)	-1,5 (9)	0,1 (8)	7,0 (3)	6,1 (30)	-10,7 (15. 2.)
Vogel	-20,5 (4)	9,3 (9)	-4,3 (8)	0,7 (1)	-1,7 (21)	-28,8 (15. 2.)

Absolutni nižki temperature v letih 1919—1938

Postaja	marec	april	maj	junij	septem	absolutni nižek vse dobe
Trst	-5,4	+0,7	+5,9	7,9	7,8	-14,3
Opčine	-5,0	-3,0	+1,0	9,0	1,0	-20,0
Gorica	-6,3	-1,5	+3,7	7,6	4,0	-13,4
Postojna	-	-10,0	-6,0	3,0	-2,0	
Trbiž	-15,0	-9,0	-8,0	0,0	-1,0	-23,0
Babno polje	-29,4	-19,6	-13,4	-0,9	-5,0	-32,8
Kočevoje	-16,7	-7,2	-4,4	0,2	-2,9	-27,2
Prmskovo	-12,0	-5,4	-1,8	4,0	0,8	-22,2
Rakitna	-23,0	-14,4	-3,9	0,1	-3,7	-25,0
Ljubljana	-14,4	-5,4	-1,8	1,1	-0,8	-25,6
Šmarna gora	-13,0	-6,2	-1,8	5,0	1,1	-24,0
Kranj	-14,0	-4,1	-1,8	4,3	1,9	-26,1
Jezerško	-18,0	-14,6	-6,2	-0,6	-2,4	-23,0
Bled	-14,4	-6,0	-0,2	5,6	0,0	-24,4
Koprivnik v Boh.	-15,6	-9,7	-4,3	0,4	-0,9	-24,8
Brežice	-13,5	-3,7	-1,8	5,1	0,6	-25,9
Celje	-16,5	-5,7	-1,0	3,3	1,2	-31,0
Gornji Grad	-15,0	-7,6	-2,3	2,0	0,8	-26,0
Rogaška Slatina	-15,6	-5,1	-3,6	4,0	0,0	-26,0
Kostrivnica	-15,9	-8,2	-3,7	3,8	0,4	-24,5
Šentilj pod Turj.	-25,2	-7,4	-3,6	0,6	-1,0	-22,8
Maribor	-16,1	-4,8	-3,2	2,7	-1,0	-24,0
Ribnica/Poh.	-14,4	-9,2	-3,2	2,4	-1,0	-23,4
Sv. Jernej nad Muto (Branik)	-15,9	-7,7	-5,1	2,5	-1,9	-19,5
Veržej	-17,5	-5,1	-3,0	3,1	-0,1	-27,3
Lendava	-15,6	-3,7	-2,0	2,4	0,0	-28,4
Obir	-19,0	-14,2	-11,4	-4,8	-8,1	-28,0

OGROŽENOST SLOVENIJE ZARADI SUŠE

Karel Natek*

V članku so predstavljeni osnovni meteorološki pokazatelji klimatske sušnosti Slovenije, predvsem na podlagi statistične analize sušnih obdobj, ter posledice suše v elektrogospodarstvu, oskrbi z vodo in kmetijstvu. Prikazana je tudi problematika lokalne ali omejene sušnosti, ki je posledica posebnih litoloških (kras) in geomorfološko-pedoloških pogojev.

Slovenija spada med tista območja v Evropi, kjer pade največ padavin, saj večji del našega ozemlja dobiva letno preko 1200 mm padavin, nekateri predeli alpsko-dinarske pregrade pa tudi preko 3000 mm. Kljub temu pa se sorazmerno pogosto pojavljajo sušna obdobja oziroma suše kot posledica neenakomere razporeditve padavin preko leta, velikih nihanj v letnih množinah ter različnih ostalih klimatskih, litoloških, geomorfoloških in drugih dejavnikov.

Najprej moramo razložiti izraze »sušno obdobje«, »suša« in »sušnost«, saj je dosti nejasnosti pri njihovem definiranju.

Meteorologi pojmujejo s u š n o b d o b j e kot zaporedje več kot 5 dni z manj kot 0.1 mm padavin dnevno (Furlan, 1961, 65, Penzar, 1976, 1). Takšna definicija premalo upošteva ostale dejavnike. Zelo pomembno je namreč, ali je bilo pred začetkom sušnega obdobja daljše deževno obdobje, ko so se tla obilno napojila z vodo, ali pa daljše obdobje z majhnimi množinami padavin. Pomemben je letni čas, temperature zraka, evapotranspiracija, itd.

Izraz suša ni soglasno definiran, je pa bolj naravnan v posledice pomanjkanja vode za živa bitja in človeško družbo. Posamezne stroke ali dejavnosti postavljajo v ospredje različne posledice pomanjkanja vode: za kmetovalca je suša pomanjkanje vlage v tleh, ki onemogoča normalni razvoj kulturnih rastlin, za hidrologa so to nizki pretoki vodnih tokov, za energetika majhni pretoki in prazna akumulacijska jezera, za ekonomista pomanjkanje vode, ki povzroči motnje v narodnem gospodarstvu, ipd. (Penzar, 1976, 1).

Občasne podpovprečne množine padavin so običajen pojav, saj je ob normalni razporeditvi ravno toliko negativnih kot pozitivnih odklonov od normalne količine padavin. V obdobju 1925—1956 je bilo v Sloveniji 7 let s podpovprečnimi in 5 let z nadpovprečnimi množinami padavin ter 20 let, ko je bilo ponekod več, drugod manj padavin od dolgoletnega povprečja (Klimatološki..., 1959, 2). Vendar vsako negativno odstopanje od normalne količine padavin še ni suša, po drugi strani pa so dosedanja opazovalni nizi še prekratki, da bi v tem času registrirali vsa skrajna možna negativna odstopanja.

Po vsem povedanem lahko rečemo, da je suša tolikšno negativno odstopanje od normalne količine in razporeditve padavin, da le-te ne zadoščajo za uspevanje naravnega in kulturnega rastja ter za normalni potek površinskega in podzemeljskega odtekanja vode, kar povzroča motnje v delovanju človeške družbe in s tem določeno škodo.

* Karel Natek, mag., Geografski inštitut AM ZRC SAZU, Novi trg 4, 61000 Ljubljana

Tudi definicija sušnosti ni enotna. Sušnost (nasprotni pojem je vlažnost) pomeni lastnost nečesa (sušnost zraka, tal), kar lahko brez težav prenesemo na podnebje. Furlan (1961, 69) označuje s tem število dni z manj kot 0.1 mm padavin v mesecu. Lahko pa to uporabimo tudi za opredelitev ogroženosti neke pokrajine ali manjše pokrajinske enote zaradi suš, ki se pojavljajo v nepravilnih časovnih presledkih in z zelo različno intenzivnostjo.

Z vidika sušnosti nimamo sistematično obdelanih dolgoletnih hidroloških in meteoroloških opazovanj, niti zbranih podatkov o posledicah dosedanjih suš. Hude suše, ki so pestile Slovenijo v letih 1921, 1938, 1942, 1946, 1949, 1963, niso vzpodbudile večjega zanimanja za njihovo proučevanje. Šele izjemna suša leta 1983, ki je povzročila veliko škode v kmetijstvu, energetiki in vodnem gospodarstvu, bo morda vzbudila večje zanimanje meteorologov, hidrologov, geografov in drugih za ta pojav.

Na sušo vplivajo različni dejavniki, med katerimi so klimatski najbolj splošni in najpomembnejši, poleg njih pa še litološki in geomorfološki. Zato lahko govorimo o klimatsko, litološko in geomorfološko pogojeni sušnosti.

Klimatsko pogojena sušnost, ki nam v grobih potezah prikaže ogroženost celotnega slovenskega ozemlja zaradi pomanjkanja padavin, si lahko predočimo s statistično analizo sušnih obdobij. Deloma so obdelani rezultati meteoroloških opazovanj za obdobje 1925—1956 (Klimatološki..., 1959), 1947—1971 (Jurčec-Juras, 1976) oziroma 1925—1940 (Furlan, 1961), ki nam dajejo vsaj približno oceno ogroženosti na podlagi dveh osnovnih pokazateljev: dolžine sušnih obdobij in letnega časa pojavljanja.

Tabela 1 nam prikazuje najdaljše sušne dobe in čas njihovega pojavljanja v obdobju 1925—1956 (Klimatološki..., 1959, 12):

Postaja	Začetek sušnega obdobja	Konec sušnega obdobja	Trajanje
Bovec	18. 1. 1949	11. 3. 1949	53 dni
Savica	3. 2. 1949	11. 3. 1949	37 dni
Ljubljana	7. 1. 1949	27. 2. 1949	52 dni
Novo mesto	17. 2. 1943	28. 3. 1943	39 dni
Slatno	5. 11. 1953	15. 12. 1953	41 dni
Šentjošt	5. 11. 1953	12. 12. 1953	38 dni

Iz tabele je razvidno, da se najdaljša sušna obdobja pojavljajo v hladni polovici leta, zlasti januarja in februarja. To je sicer za rastlinsko odejo nebitveno obdobje, vendar pa suša v povezavi z velikimi količinami zamrznjene vode na površini in v tleh močno zniža vodne pretoke in s tem ogrozi pridobivanje električne energije v hidroelektrarnah v času največje porabe (Klimatološki..., 1959, 13).

Povprečna dolžina sušnih obdobij v Sloveniji traja po Furlanu od 13.2 dneva (Stara Glazuta na Pohorju) do 16.7 dni v Škocjanu na Krasu (Furlan, 1961, 67), vendar pa obstajajo velike razlike med dolžino sušnih obdobij v zimskih in poletnih mesecih. V obdobju 1925—1956 je trajalo sušno obdobje v zimskem delu leta povprečno 20 dni, v topli polovici leta pa 14 dni. Sušna obdobja so veliko bolj redna v zimski polovici leta. V Ljubljani ni bilo desetdnevni in daljših sušnih obdobij v letih 1925—1956 samo v dveh letih, medtem ko v poletnih mesecih ni bilo tako dolgih sušnih obdobij kar v polovici let v Julijskih Alpah, tretjini let v Novem mestu in četrtini let v Ljubljani.

O sušnosti Slovenije nam govorijo tudi podatki o številu dni, ki so vključeni v sušna obdobja. Furlan (1961, 66—68); ki šteje za sušno obdobje petdnevno zaporedje dni z manj kot 0.1 mm padavin, je ugotovil, da je največ sušnih dni v Primorju (Strunjan 143 dni v obdobju 1925—1940), od koder število naglo pada proti alpsko-dinarski pregradi, kjer jih je samo še 70—80. Od tu se proti vzhodu število le zlagoma povečuje na 80—90 v

osrednjem delu in preko 100 dni v subpanonski Sloveniji (Murska Sobota 107 dni, Cirku-lane 117 dni).

Po Furlanu (1961, 72—74) je največ sušnih dni v januarju, februarju in marcu, ko se tudi najbolj redno pojavljajo sušna obdobja, sledita april in maj, ki imata najmanj sušnih dni, ter poletni meseci, ko so zaradi konvekcijskih padavin redka daljša sušna obdobja. Relativno suh mesec je september, november in december pa pomenita že postopni prehod v zimsko sušnejše razdobje.

Pomembno je ugotoviti, kako dolga sušna obdobja in v kakšnih časovnih razdobjih jih lahko pričakujemo, kar še ni sistematično obdelano. Jurčec in Juras (1976, 77—82) sta na podlagi proučevanja teoretične razporeditve sušnih obdobji izračunala njihove povratne dobe za Jezerjsko in Celje na podlagi podatkov za obdobje 1947—1971. Ugotovi-la sta, da se lahko v stoletni povratni dobi pojavijo sušna obdobja na Jezerskem v dolžini 16 dni junija, 25 dni septembra in decembra ter 30 dni oktobra, v Celju pa 14,5 dni v juniju, 22,5 dni v januarju ter 26—27 dni v februarju, septembru, oktobru in decembru.

Ti zaključki v precejšnji meri odstopajo od statistične obdelave doslej zbranih meteoro-loških podatkov, saj bi pričakovali najdaljša sušna obdobja v mesecih njihovega naj-pogostejšega pojavljanja, torej v decembru, januarju in februarju. Natančnejšo sliko o pojavljanju in ponavljanju sušnih obdobji lahko pričakujemo od prihodnjih meteoroloških raziskav, očitno pa moramo računati na njihovo sorazmerno pogosto pojavljanje, zlasti v hladni polovici leta. To najbolj ogroža vodno gospodarstvo zaradi dolgotrajnih nizkih voda, kar najbolj prizadene elektrogospodarstvo, v manjši meri pa tudi oskrbo s pitno vodo. K temu prispeva svoje še velika variabilnost padavin po posameznih mesecih. V februarju, ki je kritični mesec pri oskrbi z električno energijo, znašajo odstopanja od dolgoletnega povprečja padavin v Julijskih Alpah in na visokih kraških planotah od 60—80%, v Primor-ju 60—65%, medtem ko je variabilnost februarskih padavin v nizkem svetu kontinentalne Slovenije precej manjša (45—50%) (Furlan, 1961, 81).

Za kmetijstvo je najpomembnejša zadostna količina padavin v maju in juniju. V juniju je največja variabilnost padavin v južni Sloveniji (50—55%), nato pa se zlagoma zmanj-šuje proti severovzhodu (25—35%) (Furlan, 1961, 81).

Klimatska sušnost povzroča nizek vodni pretok, kar ogroža proizvodnjo električne energije v hidroelektrarnah, oskrbo s pitno vodo ter industrijsko vodo in ob-čutno poveča onesnaženost vodnih tokov, kar v povezavi z ostalimi dejavniki (zmanjšanje količine kisika v toplejši vodi, hitrejše razpadanje organskih snovi, ipd.) pogosto privede do ekoloških katastrof, ki se večinoma pojavljajo v času poletnih nizkih voda. V poletnih mesecih nedvomno vpliva na odtekanje vode povečana evapotranspiracija, vendar njen vpliv na pojavljanje suše pri nas še ni bil proučen.

Večina naših voda ima nivalno-pluvialni oziroma pluvio-nivalni režim. Alpske reke (porečje Drave nad Dravogradom, porečje Save nad Zalogom in porečje Soče nad Solka-nom) imajo najmanjše pretoke v februarju, sekundarni minimum pa v avgustu. Vodni tokovi v nižjih delih Slovenije imajo pluvio-nivalni režim z najmanjšimi pretoki pozno poleti in v zgodnji jeseni ter sekundarni minimum pozimi (Melik, 1963, 263—264).

Na podlagi večletnih meritev pretokov so izdelane napovedi nizkih pretokov za 10, 20, 50 in stoletne povratne dobe za Muro, Dravo, Savo, Sočo, Ljubljano, Soro in Savinjo.

Obdelana so najbolj značilna nizkovodna stanja na glavnih slovenskih rekah v ob-dobju 1926—1976 (Gorkič in sod., 1982). Za ugotavljanje ogroženosti gospodarstva za-radi nizkih voda sta najpomembnejša podatka o trajanju nizkovodnega obdobja in o od-stopanjih minimalnih pretokov od povprečnih.

Na naših rekah se vsakih nekaj let, vendar neenakomerno, pojavljajo 2—3-mesečna obdobja nizkih pretokov, ki se lahko pojavijo v času zimskega ali poletnega minimuma, pogosto pa celo dvakrat letno (to je bilo npr. v letih 1932, 1938, 1942, 1949, 1956, 1959, 1964, 1967, 1971, Gorkič in sod., 1982), kar otežuje zanesljivo predvidevanje zadostnih količin vode.

V času nizkih voda lahko dosežejo slovenske reke izjemno nizke pretoke, ki predstavljajo komaj nekaj desetlin povprečnega pretoka. Na Krki je bilo med 18. junijem in 4. oktobrom 1967 dolgotrajno nizkovodno obdobje (109 dni), ko je bil zabeležen najnižji pretok $4.5 \text{ m}^3/\text{sek.}$, medtem ko je srednji letni pretok znašal $45.3 \text{ m}^3/\text{sek.}$ Na Savi pri Radečah je bil zabeležen najmanjši pretok $41 \text{ m}^3/\text{sek}$ v 128 dni trajajočem obdobju nizke vode med 5. julijem in 9. novembrom 1971, kar je komaj četrtina povprečnega letnega pretoka — $168 \text{ m}^3/\text{sek.}$ Na Savinji pri Laškem so v 119 dni trajajočem nizkovodnem obdobju med 14. januarjem in 13. majem 1949 zabeležili najmanjši pretok $3 \text{ m}^3/\text{sek}$, kar je manj kot sedmina povprečnega letnega pretoka — $22.2 \text{ m}^3/\text{sek.}$ Tudi na Soči pri Solkanu je znašal najmanjši pretok v nizkovodnem obdobju med 1. in 26. septembrom 1956 komaj $13.9 \text{ m}^3/\text{sek}$, kar je nekaj več kot šestino srednjega letnega pretoka — $81.3 \text{ m}^3/\text{sek.}$

Nizki vodostaji na naših rekah znižujejo gladino in količino podtalnice v aluvialnih naplavinah, od koder dobiva pitno in industrijsko vodo večina večjih slovenskih mest (Ljubljana, Celje, Maribor, Kranj, Murska Sobota, Ptuj, idr.), kar lahko ob sušah povzroči pomanjkanje vode prav v času največje porabe. Poleti lahko najhitreje pride tudi do močnega onesnaženja vodnih virov. Zato lahko izjemna suša privede na večjih območjih Slovenije do hude krize v oskrbi z vodo, predvsem na krasu.

Iz doslej povedanega sledi, da Slovenijo kot celoto lahko ogrozi le klimatsko pogojena suša. Toda v drobnejšem pogledu pridejo do izraza lokalno ali na omejenem območju nastopajoči dejavniki (litološka zgradba, reliefna izoblikovanost, preperelinska odeja, ipd.), ki lahko privedejo neko lokalno skupnost v trajno ali občasno ogroženost zaradi pomanjkanja vode.

Najbolj značilen primer litološko pogojene sušnosti je kraški svet s prevladujočim podzemeljskim odtokanjem padavinske vode ter zelo redkimi površinskimi viri pitne vode. Zaradi nezanesljivosti kraških izvirov je bila v preteklosti razširjena kombinirana uporaba vode iz izvirov, kraških vodnih tokov in kapnice, vendar so kljub temu hude poletne suše zelo ogrožale prebivalce. Vodo za živino so v skrajnih primerih vozili od oddaljenih izvirov. Obdobno pomanjkanje vode na krasu marsikje onemogoča modernizacijo kmetijstva, povečanje živinskega staleža in prehod v modernejši način življenja, kar je povezano z veliko večjo porabo vode.

Na slovenskem kraškem svetu se danes velik del prebivalstva oskrbuje z vodo iz vodovodnega omrežja, tako da je neposredna ogroženost zaradi pomanjkanja vode bistveno manjša. Toda dolgotrajna suša leta 1983 je pokazala, da prebivalcem krasa še vedno ne moremo zagotoviti povsem zanesljive oskrbe. Na krasu so zelo redko posejani kraški izviri, ki so primerni za zajetje, premalo poznamo podzemeljske poti kraške vode, velika je možnost onesnaženja virov pitne vode zaradi zelo majhne sposobnosti samo-očiščevanja, idr. Prebivalci na krasu večinoma nimajo na razpolago drugih virov pitne vode.

Drug primer litološko pogojene sušnosti so pleistocenske prodne naplavine v večjih kotlinah (Ljubljanska, Celjska, Krška kotlina, Dravsko-Ptujsko polje, Goriška ravan). Nekdanja poselitve teh ravnin z zelo redkimi površinskimi vodnimi tokovi se je omejevala na obrobje oziroma bližino stalnih vodnih tokov, medtem ko so osrednji deli ostali v veliki meri neposeljeni do današnjih dni (npr. Sorško polje). Čeprav živi na teh nanosih velik del slovenskega prebivalstva (tu so tudi vsa večja mesta), danes oskrba s pitno vodo ni močnejše ogrožena, ker se talna voda v teh akumulacijah tudi v najhujši suši do neke mere obnavlja z vodo večjih rek, ki pritekajo iz alpskega sveta. Suša pa tod ogroža poljedelstvo, ki se je tu najbolj razmahnilo in doseglo najvišji tehnološki nivo. Pogoste poletne suše ogrožajo poljedelstvo na sicer najboljših površinah in povzročajo zelo veliko gospodarsko škodo (zaradi suše leta 1983 je bila npr. proizvodnja hmelja v Spodnji Savinjski dolini po predhodnih podatkih za 1300 ton manjša kot je bilo načrtovano, kar je približno 40% proizvodnje; na najbolj prizadetih gospodarstvih v osrednjem delu doline pa je suša odnesla celo 60—70% pridelka). Obstajajo sicer možnosti za izgradnjo namakalnih si-

stemov, kar pa v precejšnji meri omejujejo zelo nizki pretoki voda v sušnih poletnih mesecih.

Geomorfološko-pedološko pogojena sušnost se opaža predvsem v hribovitem svetu ter v subpanonskih in submediteranskih gorinah. Med poglavitnimi dejavniki, ki vplivajo na sušnost, izstopajo: prevladujoča poselitve na vršinah slemen s tanko preperelino in majhnimi množinami talne vode; naglo površinsko odtekanje ter odtekanje skozi prst na pobočjih; povečana sušnost prisojnih pobočij zaradi večje evapotranspiracije; površinska plast peščenega ali gruščnatega pobočnega drobirja, skozi katero padavinska voda zelo naglo odteče; zaradi denudacije stanjšana plast prsti oziroma skeletne prsti z zelo majhno zmožnostjo zadrževanja padavinske vode, ipd.

Gams (1959, 58) omenja, da so v Pohorskem Podravju kljub precejšnji namočenosti (nad 1200 mm padavin letno) mnoge kmetije na prisojnih pobočjih zelo ogrožene zaradi suše, zlasti tiste na plitvih peščenih prsteh na blestniku in tonalitu, kjer je horizont A zelo tanek, horizont B pa prepušča vso vodo. Tudi Meze (1980, 92) opozarja na ogroženost hribovskih kmetij zaradi suše, saj zlasti na travnikih v strmih prisojnih legah na grohastih ali skeletnih tleh v spomladanskih mesecih hitro zmanjka vode za rast trave, zaradi česar so hribovski kmetje pogosto prisiljeni razredčiti govejo čredo kot npr. ob hudi spomladanski suši v letu 1979.

Meze (1969, 19) govori tudi o problematiki oskrbe s pitno vodo na kmetijah, ki stojijo na karbonatnih tleh ali na slemenih, kjer morajo še danes uporabljati kapnico, ob suši pa voziti vodo iz precej oddaljenih izvirov. To je mnogokje zelo pereč problem, ki onemogoča usmeritev kmetij v tržno proizvodnjo in s tem neposredno ogroža njihov obstanek. Nekdaj zelo težavno oskrbo z vodo pred izgradnjo modernega vodovodnega omrežja omenja Vrišer v Goriških Brdih (1954, 63). Sicer pa je ta problematika proučevanja do danes ostala skoraj povsem nedotaknjena, čeprav je v nekaterih območjih še vedno zelo pereča, saj neustrezna oskrba s pitno vodo skupaj z nerazvitim kmetijstvom, ki ga stalno ogroža lokalno omejena suša, v veliki meri prispeva k odseljivanju in propadanju kulture pokrajine.

Literatura

- Bogič, M., 1965, Vreme v oktobru 1959 in elektro gospodarstvo Slovenije. Geografski zbornik 9, str. 129—180. Ljubljana
- Furlan, D., 1961, Padavine v Sloveniji. Geografski zbornik 6, str. 7—160, Ljubljana
- Gams, I., 1959, Pohorsko Podravje. Razvoj kulture pokrajine. Dela SAZU 9. 231 str., Ljubljana
- Gorkič, G., in sod., 1982, Kataster velikih poplav in suš Jugoslavije za obdobje od 1926 do 1976. leta. Elaborat. Hidrometeorološki zavod SRS. Hidrološki sektor. Ljubljana
- Jurčec, V., Juras, J., 1976, Statistična analiza sušnih i kišnih razdoblja primjenom modela Markovljevih lanaca. Republiški hidrometeorološki zavod SRH. Rasprave i prikazi 13. Str. 59—98. Zagreb
- Klimatološki opis porečja Save. Hidrometeorološki zavod LRS. 42 str. Ljubljana 1959
- Kovačič, I., Starec, M., 1976, Študija nizkih voda Ljubljanice in Mlinščice. Elaborat. Zveza vodnih skupnosti Slovenije. Ljubljana
- Melik, A., 1963, Slovenija. Geografski opis. Splošni del. 617 str. Ljubljana
- Meze, D., 1969, Hribovske kmetije v vzhodnem delu Gornje Savinjske doline. Geografski zbornik 11, str. 7—96. Ljubljana
- 1980, Hribovske kmetije v Gornji Savinjski dolini po letu 1967. Geografski zbornik 19, str. 11—98, Ljubljana
- Penzar, B., 1976, Indeksi suhoče za Zagreb i njihova statistička prognoza. Republiški hidrometeorološki zavod SRH. Rasprave i prikazi 13, str. 1—58. Zagreb
- Pučnik, J., 1980, Velika knjiga o vremenu. 366 str. Ljubljana
- Vrišer, I., 1954, Goriška Brda. Gospodarska geografija. Geografski zbornik 2, str. 51—114. Ljubljana

Summary
Threatening of Slovenia by drought
Karel Natek

Although the Slovenian territory gets a pretty large amount of precipitation (the larger part above 1200 mm), droughts exist because of considerable variations of annual amount of precipitation and its irregular distribution over the year. In the winter half of the year dry periods (more than five days with less than 0.1 mm of precipitation) of fifteen and more days occur rather regularly. Such events involve the decreasing of water discharges and threaten the production of electricity in hydro-power stations just in the periods of maximal consumption. Considerable variability of precipitation in the Alps (in the winter period 60—80 percent, in the summer period 50—55 percent) is an additional hardship. In the Slovenian Littoral there were 143 days without precipitation per year (in the observation period from 1925 to 1940), in the Central Slovenia 70—90 days and in the subpannonian part over 100 days.

A characteristic of Slovenian rivers are large deviations of water discharge from the annual mean. The periods of very low discharges, lasting 2—3 months, can occur relatively often in the winter and summer period or both. That is a mighty impediment to the production of electricity and partially to the pumping of water from the alluvial gravel accumulations for the water supply of larger towns.

Besides the climatological droughtness the occurrence of local or limited droughts is rather common which is caused by different lithological and geomorphological-pedological conditions of the terrain. It is the most evident in the karst areas with underground hydrology where the water deficiency is rather diminished but not eliminated by means of widely extended waterworks. Geomorphological and pedological conditions can have influence on the droughtness in the mountains and in the Subpannonian and Submediterranean hills through the relief shape (steep slopes), characteristics of the weathered material (permeable sandy soils) and prevailing settlement on the ridges. For want of water scarcity the agricultural production is hindered what can be considered as an additional factor in the depopulation and disappearance of the cultural landscape.

DOSTAVEK

Urednik te knjige meni, da se na Slovenskem vse premalo zavedamo škodljivosti suše. Zato se je odločil za ta dostavek.

V klimatogeografiji se imenuje sušno tisto podnebje (doba, leto, mesec), v katerem dobi zemlja manj padavinske vode kot bi ob zadostni zalogi vode lahko izhlapela prek svojih listov vegetacija. Tako izhlapevanje imenujemo evapotranspiracija. Njena letna višina zavisi predvsem od zračne temperature ter ima svoj višek maja in v poletnih mesecih. V Sloveniji znaša letno v povprečju 550 mm.

Meritev evapotranspiracije pri raznih poljskih in negojenih kulturah oziroma vrstah je pri nas in v svetu malo. Za približni izračun se zato navadno zatekajo k ugotavljanju tako imenovane možne (potencialne) evapotranspiracije na osnovi raznih klimatskih prvin (sušnost zraka, veter itd. — glej razpravo Brane Matičič, *Evapotranspiration studies on different crops and irrigation water requirements*. Biotechnical Faculty, Final technical Report P. L. 480, Ljubljana 1977).

Po eni od mnogih metod, ki so za to na razpolago, sta D. Furlan (Ugotavljanje evapotranspiracije s pomočjo normalnih klimatskih pokazateljev. Letno poročilo meteorološke službe za leto 1966. Ljubljana) in Gams (Rajoni Jugoslavije glede na klimatsko aridnost vegetacijske dobe. *Geografski vestnik XLVIII*, 1976) izračunala potencialno evapotranspiracijo za slovenske predele. Po teh izračunih imajo v submediteranski in subpanonski klimi v Sloveniji kraji po dva do tri mesece manj padavin, kakor bi vode rastlinstvo lahko uporabilo. Primanjkljaj v mesecih V—VIII znaša v Koprskem Primorju do 200 mm, v Severovzhodni Sloveniji do 80 mm. Ta vsota se do severne meje primorskega vinogradništva in do zahodne meje vzhodnoslovenskega vinogradništva zmanjša na minimum (vse po klimatskih razmerah v dobi 1930—60).

Če je zemlja debela in lahko zadrži zalogo talne vode iz prejšnjega (prejšnjih) mesecev, se ta klimatska sušnost ne pozna. Kjer pa je retencijska sposobnost zemlje za vodo manjša, to je v plitvih ali kamnitih prsteh, zadrži rastlina fotosintezo, s katero tvori organsko snov, ker ji primanjkuje vode. To se pravi, da upočasni rast oziroma tvorbo plodov.

Takega pomanjkanja vode, ki v nekaterih predelih Slovenije že ob povprečni razporeditvi padavin ne dovoljuje rastleinstvu polne rasti in poljskim rastlinam polnega pridelka, ne moremo imenovati suša. Pojma suša in moča sta namreč narejena na osnovi dolgoletnih povprečkov. V aridnih predelih je zato suho leto na primer to z 200 mm padavin, pri nas v zgomjem Posočju pa z manj kot 1500 mm. Take suše tudi ne moremo proglašati za naravno nesrečo. V preteklosti, ko je bila namakalna voda draga, ni bilo mogoče misliti, da bi pospeševali rast z namakanjem, približno tako, kot vsesplošno škropimo svoje vrtove tudi še pri povprečni razporeditvi poletnih padavin. Racionalno kmetijstvo ob današnji mehanizaciji, možnosti črpanja talne vode na mestu namakanja ali cevovodne napeljave po pobočjih, mora misliti na »popravek« klime, da bi doseglo polni možni pridelok na travniku ali njivi. Na zmanjšan lesni prirastek v gozdu navadno sploh ne pomislimo.

Doslej smo govorili o dolgoletnih povprečjih pri razporeditvi padavin in o povprečni zemlji. Pri vsakoletnih odstopanjih in zlasti na prodnih in konglomeratnih terasah s plitvo zemljo, na plitvih, pogosto skeletnih prsteh na pobočjih na vseh kamninah, posebno na apnencu in dolomitu, pa nastopajo tiste suše, ki jih obravnava in dokumentira predhodni sestavek. Te suše zahtevajo v kmetijstvu preventivne ukrepe. Če pa že imamo naprave za namakanje ob taki suši, jih bomo lahko uporabili tudi za doslej nevidno in neznano sušo, ki izhaja že iz povprečne razporeditve letnih padavin.

Da smo pri oskrbi s pitno vodo ponekod premalo pripravljeni na velike suše, je pokazalo leto 1983. Po izredno sušni drugi polovici leta 1983 je po časopisnih vesteh v Delu prve dni decembra v sežanski občini, kjer je tako imenovani kraški vodovod dovajal premalo vode, sedem cistem oskrbovalo 230 naročnikov. Po teh vesteh so zadnjih nekaj mesecev dostavili vode za več kot tri tisoč cistem. Iz teh virov za oskrbo prebivalstva je iz pip prve dni decembra priteklo le še 15,2 l vode v sekundi. Tako malih količin še ne pomnijo. Težave z vodo je imel tudi Primorski vodovod v Koprskem Primorju in mnogi predeli južne Slovenije. V Šentilju v Slovenskih goricah je zaradi pomanjkanja vode nastopila epidemija griže.

UJME, NJIHOVA POGOSTOST IN ŠKODA V SLOVENSKIH GOZDOVIH

S a š a B l e i w e i s *

Opisane in tabelarno so prikazane gozdne škode, ki jih povzročajo snegolomi, vetrolomi, žled. V letih 1966—1981 je bilo poškodovanih 2,5 milijona m³ lesa.

Ne preteče leto, ne da bi se v gozdovih, ki zavzemajo polovico Slovenije, pojavila ujma. Obseg in višina zaradi raznih ujm povzročene škode pa se iz leta v leto zelo spreminja. Na podlagi podatkov gozdnih gospodarstev se giblje v zadnjih petnajstih letih od 16.428 m³ poškodovane lesne gmote v letu 1977 pa do 780.190 m³ v letu 1980.

Škode v gozdovih beležijo gozdno gospodarske organizacije za vse gozdove ne glede na lastništvo.

Za gozdove posebno pomembni so predvsem snegolomi in vetrolomi ter žled. Škode, ki jih v gozdovih povzročajo toča, srež, pozeba, strela, ekstremno nizke temperature, suša in požari, ki jih povzroča strela, so ponavadi manjše in omejene na manjše površine, pa jih v poročilu nismo upoštevali.

Podatke o škodah, izkazanih v kubičnih metrih poškodovane lesne gmote, je za obdobje od 1955 do 1965 zbral in analiziral dr. Marjan Zupančič (1969, 1973), za 16-letno obdobje, to je od 1966. do 1981. leta, pa avtor poročila (Bleiweis, 1983) na podlagi podatkov gozdnih gospodarstev in drugih virov.

V prvem obravnavanem obdobju je bilo prizadete skupno okoli 830.770 m³ lesne gmote, v drugem pa kar 2.547.595 m³. Letno povprečje je v prvem obdobju 83.077 m³, v drugem pa 159.225 m³ ali trikrat več. Trend škode zaradi ujm kaže torej izraziti vzpon, kar je zaskrbljujoče, saj so možni ukrepi za njihovo zmanjševanje negotovi, predvsem pa vezani na daljše obdobje.

Žled najbolj ogroža gozdni sestoj v jugozapadnih predelih Slovenije, tj. gozdno gospodarskem območju Postojne, Tolmina in Zavoda za melioracije in pogozdovanje Krasa medtem ko se snegolomi in vetrolomi pojavljajo sporadično tudi v drugih predelih Slovenije. Dokaz so katastrofalni žledolomi leta 1953 v gozdovih tolminskega gozdnega gospodarstva (Idrija, Vojsko) s 153.000 m³, žledna ujma v postojnskih in tolminskih gozdovih leta 1975 s 367.300 m³ in končno prava stoletna žledna ujma v Brkinih leta 1980 s skupno preko pol milijona kubičnih metrov poškodovane lesne gmote. Iz razpoložljivih zgodovinskih virov ni razvidno, da bi že kdaj prej žled na tem območju povzročil tako razdejanje. To dokazujejo tudi številni preko sto let stari hrasti, ki jih je zadnja ujma tako poškodovala, da niso bili več sposobni nadaljnje rasti in so jih morali posekati.

Tudi drugod v Sloveniji so se občasno pojavljale škode zaradi žleda, le da so bile neprimerno manjše. Tako je na primer leta 1960 žled v Halozah polomil okoli 7.000 m³ listavcev in leta 1965 v logaških gozdovih 7.000 m³ iglavcev. Pomembnejši žledolomi so

* Saša Bleiweis, inž., Grafenauerjeva 11, 61000 Ljubljana

		1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	Skupaj
GG Bled	V	10.355	44.256	3.415	30.000	25.565	8.260	3.296	8.040	1.350	59.602	1.035	—	7.148	5.052	2.265	12.972	222.611
	S	15.800	1.100	523	—	6.783	559	11.230	1.104	3.013	6.483	1.496	7.748	4.289	718	13.711	19.991	94.648
	Ž	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
GG Brežice	V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.500	—	—	—	1.500
	S	—	—	—	—	—	—	4.206	—	—	—	—	—	—	1.000	—	—	5.206
	Ž	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	82.000	—	82.000
GG Celje	V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.850	—	—	4.850
	S	—	2.300	—	—	—	—	15.382	—	—	—	—	300	11.000	—	—	2.000	30.982
	Ž	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6.800	—	6.800
GG Kočevje	V	—	1.500	—	—	4.000	—	—	12.000	—	—	—	—	—	—	—	—	17.500
	S	—	6.000	—	—	—	—	23.680	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29.680
	Ž	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
GG Kranj	V	—	—	—	—	—	—	2.000	2.500	—	5.000	—	—	—	1.300	—	—	10.800
	S	6.200	—	—	—	736	5.240	32.635	—	—	7.546	—	—	1.690	4.290	—	2.145	61.112
	Ž	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11.560
GG Ljubljana	V	9.150	4.000	—	—	800	2.240	600	1.200	3.950	14.000	—	—	1.150	2.000	420	—	39.510
	S	640	430	1.060	770	—	2.330	28.217	550	—	2.000	3.600	—	12.835	6.750	11.175	15.930	86.287
	Ž	2.000	—	580	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.000	800	1.500	—	6.860
GG Maribor	V	—	9.300	—	—	—	—	1.050	—	2.100	4.130	1.800	430	3.800	900	—	—	23.510
	S	—	—	—	—	—	—	15.996	—	4.270	—	—	—	1.400	—	—	1.030	22.696
	Ž	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8.590	—	—	8.590
GG Nazarje	V	—	—	—	—	—	—	—	8	8	17.990	5.500	—	—	12.430	—	—	35.920
	S	—	—	—	—	17.725	17.725	—	—	2.905	—	—	—	9.825	17.310	950	3.690	52.405
	Ž	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
GG Postojna	V	1.250	—	30.393	—	—	—	—	—	527	—	—	—	6.010	8.540	—	—	46.720
	S	—	20.261	15.054	—	—	—	11.220	—	767	—	—	—	—	6.800	8.350	30.546	92.998
	Ž	—	—	—	—	—	—	—	106.000	—	86.200	400	—	—	50.000	—	—	242.600
GG Novo mesto	V	—	—	—	—	—	316	13.000	—	1.450	7.114	—	100	170	—	—	—	22.150
	S	6.650	14.732	—	15.436	1.417	—	32.824	—	450	150	510	—	10.310	9.950	—	—	92.429
	Ž	—	—	—	—	9.545	—	—	—	—	—	—	—	—	—	34.400	3.500	63.065
GG Slovenj Gradec	V	43.000	—	—	—	150	—	—	1.160	2.044	—	2.000	6.600	10.000	29.300	—	—	94.254
	S	—	—	—	6.000	277	2.000	8.015	—	2.000	7.064	—	—	—	9.040	14.575	7.944	56.915
	Ž	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
GG Tolmin	V	—	—	—	—	—	4.600	11.000	—	3.500	1.303	—	—	—	3.000	—	—	23.403
	S	—	—	—	—	—	—	24.250	—	—	22.000	—	—	—	3.400	—	—	49.650
	Ž	—	—	35.000	—	—	—	—	—	—	281.100	—	1.000	—	600	—	—	317.700
Zavod za pogodov. Krasa	V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.200	—	—	—	—	—	1.200
	S	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	490.554	—	490.554
	Ž	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Kmetijski kombinat Ptuj	V	—	—	—	—	—	—	—	—	660	—	—	250	350	—	—	—	1.260
	S	—	—	—	—	—	1.000	—	—	—	—	—	—	1.200	—	—	—	2.200
	Ž	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ABC Pomurka Radgona	V	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.120	—	55.000	—	59.120
	S	8	8	8	8	8	8	8	—	—	—	—	—	1.400	—	—	34.950	36.350
	Ž	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Skupaj:	V	63.755	59.056	33.808	30.000	30.515	15.416	30.946	24.900	15.581	109.139	10.335	7.380	34.248	67.372	57.685	12.972	603.108
	S	29.290	44.823	16.637	22.206	9.213	11.229	225.380	1.654	13.405	45.243	6.806	8.048	53.949	59.888	48.761	118.226	714.758
	Ž	2.000	3.100	48.080	—	—	9.545	—	106.000	—	378.860	400	1.000	2.000	—	673.744	5.000	1.229.719
Vse skupaj:		95.045	106.979	98.525	52.206	39.728	36.190	256.326	132.554	28.986	533.242	17.541	16.428	90.197	127.260	780.190	136.198	2.547.595

V = vetrolom, S = snegolom, Ž = žled

bili še leta 1967/68 v novomeških gozdovih s preko 15.000 m³ polomljene lesne gmote; leta 1975 na območju GG Kranj z okoli 12.000 m³ iglavcev, leta 1980 v novomeških in brežiških gozdovih s preko 116.400 m³ polomljenih listavcev in iglavcev.

Proti poškodbam zaradi žleda so iglavci, z izjemo borov, odpornejši od listavcev. Večja odpornost iglavcev je pogojena z oblikovanostjo krošenj in večjo elastičnostjo vej. Odpornost proti obremenitvam z ledenim oklepom, ki lahko v izjemnih primerih do 370% preseže normalno obremenitev, je odvisna od drevesne vrste, od starosti, oblike in obsega krošnje, vrstnega kota vej, položaja, kvalitete in stanja rastišča in drugih dejavnikov.

Žled lomi vrhove, veje in cela drevesa. Zelo pomembna pa je tudi škoda zaradi tega, ker nepopravljivo upogne predvsem mlajša, tanjša drevesa listavcev. Mladje listavcev v boju za svetlobo hitro prirašča v višino, kar daje tanka, vitka in proti vertikalnim pritiskom neodporna debela, ki se ukrivijo v loke. Taka so izgubljena, saj jih moramo prej ali slej odstraniti iz gozda, da ne ovirajo negovalnih posegov v še preostali sloj.

Oblikovanost in velikost krošenj sta odločujoča dejavnika intenzivnosti poškodb zaradi žleda. Čim obširnejša, asimetrična, gostejša in ploska je obrša, tem večja je možnost in verjetnost, da bo žled taka drevesa polomil ali vsaj poškodoval v tolikšni meri, da ne bodo več sposobna za nadaljnjo rast. Pritisk ledenega oklepa obrš se na debela ne prenaša le v vertikalni smeri tlačne sile, temveč nastajajo v drevesnih deblih še upogibne, vlečne in natezne sile, katerim se drevesa upirajo do skrajnih možnosti. Ko je prekoračena odpornostna meja, pride do lomov vej, debela ali celo do izruvov.

Bori zavzemajo med iglavci, kar zadeva odpornost proti žledu, posebno mesto. S svojimi na specifičen način oblikovanimi krošnjami, ki so predvsem na obrobju obrasle s šopi iglic, nudijo možnosti za nakopičenje ledne obloge. Zaradi krhkosti vej, ki se ob nizkih temperaturah še poveča, so pri borih zelo pogosti lomi vej, lomi celotnih krošenj ali pa lomi debel v zgornjem delu, medtem ko so starejši, debelejši bori zaradi globoke zakoreninjenosti zelo odporni proti lomom v spodnjem delu in proti izruvom.

Vzrok vse pogostejšemu žledu s katastrofalnimi posledicami v gozdovih jugozahodne Slovenije je verjetno tudi v nekoliko spremenjenih klimatskih razmerah zadnjih let oziroma pospešenem pretoku zračnih mas različnih temperatur. Vsekakor je zanimivo, da je do žleda prišlo v mesecu novembru, ko se je ob deževnih padavinah ozračje hitro močno ohladilo in so se podhlajene dežne kapljice ob dotiku s trdno podlago spreminjale v led.

Enakomernejše in pogostejše škode kot zaradi žleda so v slovenskih gozdovih škode zaradi prekomernih količin zapadlega snega. Posebno nevaren je moker, južen sneg, ki je mnogo težji od pršiča in prmrzne na veje in preobremenjeni drevesa.

Snegolomi različnih jakosti in obsegov se v Sloveniji pojavljajo vsako zimo. Najbolj prizadenejo čiste smrekove sestoje, enodobne strukture. Najbolj je ogrožena smreka, sledijo pa razne vrste borov. Mnogo manj so ogroženi listavci, razen če moker in težak sneg, posebno v pozni jeseni ali zgodnji pomladi, preseneti še oziroma že olistane krošnje.

V obravnavanem obdobju so bili snegolomi različnih obsegov v vseh gozdno gospodarskih območjih; izjema je le Kras, kjer so sneg pa tudi snegolomi redki.

Zaradi splošne razširjenosti snegolomov ni mogoče geografsko določiti bolj ali manj ogrožena gozdno gospodarska območja. Škode so izrazitejšje v višjih predelih z obilnejšimi snežnimi padavinami, kjer so zaradi optimalnih rastnih pogojev naši največji naravni in umetni smrekovi sestoji. Za višinskimi sestoji smreke pa glede ogroženosti ne zaostajajo mnogi tudi nižinski sloji, katerim se jim pridružujejo še borovi gozdovi.

Drugod so snegolomi le sporadični, na blejskem območju pa vsakoleten pojav, vendar tudi tu z zelo različnimi količinami poškodovane lesne gmote.

Smreke, pa naj so te v strmjenem sestoji ali samostojno stoječa drevesa, lahko brez škode prenesejo velike snežne obremenitve do več tisoč kilogramov na drevo. Sama teža na obrš nakopičenega snega pa le v izjemnih primerih povzroči lom ali izruvanje. S svojo

stožčasto oblikovano obršo, izredno elastičnostjo in upogibnostjo simetrično razporejenih vej, se smreke same varujejo kritičnih obremenitev z upognjenimi vejami, s katerih zdrsnje prevelike in nevarne količine snega. Ogroženost pa se bistveno poveča, če na sneg prične deževati ali pa če nastopi močnejši veter. Deževne kapljice, ki jih vpija snežna obloga, povečajo obremenitev, da se prično lomiti vrhovi, veje ali pa pride do lomov ali izruvov.

Veter, ki nastane ob obilnih snežnih padavinah, ima različne posledice. Zmerni vetrovi z brzinami do 25 km/uro so v večini primerov koristni, ker sproti otrsajo z dreves nevarne količine snega. Močnejši vetri sunki pa so za preobložene smreke usodni.

Za listavce je sneg na splošno manj nevaren. Ogroženo je predvsem mlajše drevje oziroma mlajši sestoji v dobi intenzivnega višinskega priraščanja. Že manjše količine južnega snega, ki primrznejo na obrše, povzročajo krivljenje in upogibanje tankih in elastičnih debel. Nastali drevesni loki niso več sposobni, da bi se po prenehanju obremenitve in pritiska zopet zravnali. V mlajših sestojih listavcev povzročajo obilne snežne padavine pogosto tudi odlome vej ali pa lome tanjših drevesnih debel.

Zaradi snegolomov je bilo v zadnjem 16-letnem obdobju poškodovanih okoli 715.000 m³ lesne gmote; v glavnem iglavcev. Snegolomi so po količini poškodovane lesne gmote zavzeli drugo mesto od ujm povzročene škode.

Kot zadnjo pomembnejšo gozdno ujmo naj omenimo še viharne vetrove in zaradi njih povzročene vetrolome.

Po količini poškodovane in polomljene lesne gmote so vetrolomi z nad 600.000 m³ sicer na zadnjem mestu, toda tudi ta količina je pomembna.

Vetrolomi so posledica vetrnih sunkov, ki lomijo vrhove, odlomijo veje, prelomijo drevesna debela ali izrjavajo cela drevesa.

Naj omenimo le najhujše viharne katastrofe, ki so v zadnjem času slovenskemu gozdarstvu povzročile ogromno škodo. Tako je vihar 4. julija 1965 na postojnskem območju podrl okoli 300.000 m³ pretežno iglavcev; 1. julija 1975 pa je vihar na blejskem območju, tj. na Pokljuki, Mežakliji in Jelovici, podrl in poškodoval okoli 60.000 m³ iglavcev. Katastrofalni vihar v Apaški dolini je s svojo rušilno močjo 4. avgusta 1980 uničil ali poškodoval ostale sestoje tako, da je bilo potrebno posekati kar 55.000 m³ listavcev in iglavcev.

Za oceno škode je važna tudi površina poškodovanega ozemlja. S količino polomljene lesne gmote in površino je nakazana intenzivnost delovanja ujme, nakazana so pa tudi obnovitvena dela. Intenzivnost delovanja ujme nam pove, ali bo potrebno površino v celoti ponovno pogozditi ali bo zadostovalo le izpopolnjevanje nastalih praznin.

Za rušilne viharje je značilno, da je njihova hitrost v višjih plasteh mnogo večja kot pri zemlji. Zato nastajajo vrtnčasta gibanja, katerih brzina presega hitrosti v višini. Pod silovitimi pritiski klonejo še tako dobro v zemlji zasidrana drevesa.

Znani sta dve obliki delovanja viharjev na gozdne sestoje. Pri tako imenovanem frontalnem ali čelnem udaru ob gozd veter v širšem ali ožjem pasu, ki sega včasih tudi globoko v gozd, podira drevje v smeri divjanja viharja. Tak vihar je za gozd najbolj nevaren in posledice so najhujše.

Druga oblika so vrtnčasti viharji, ki so pogojeni s konfiguracijo terena. Povzročajo vetrolomne polomije različnih razsežnosti sredi strnjenih sestojev. Polomljeno in izruvano drevje je razmetano v vseh smereh.

Na splošno so listavci zaradi globoke zakoreninjenosti proti vetrovnim sunkom odpornejši od iglavcev, z izjemo borov in macesna.

Obstajajo sicer lestvice mehanične odpornosti posameznih vrst gozdnega drevja proti vetru, toda kategorizacije, ki so jih postavili razni raziskovalci, so zelo relativne, saj odpornost ni odvisna le od drevesne vrste, temveč tudi od številnih drugih dejavnikov, od katerih naj omenimo le ekspozicijo in nagib rastišča, vrsto in strukturo ter trenutno stanje zemljišča, vrsto in starost drevja, oblikovanost in velikost krošenj, stopnjo zarasti.

Glede zarasti sestojev in njihove odpornosti proti vetru se mnenja gozdarjev razhajajo. Eni zagovarjajo polno zarast, drugi dokazujejo, da je zmerno prereditveni gozdni sestoj, v katerem lahko posamezna drevesa razvijajo močnejši koreninski sistem in somernejšo krošnjo, najbolj stabilen. Globina in obseg koreninskega pleteža sta poleg oblikovanosti krošenj najvažnejša dejavnika odpornosti proti vetrnim sunkom.

Tudi med slovenskimi gozdarji prevladuje prepričanje, osnovano na lastnih zapažanjih, da so mešani sestoji s prebiralnim načinom gospodarjenja proti vetru, kakor tudi proti vsem ostalim ujmam najbolj odporni. Ob katastrofalnih ujmah so posledice še najlažje popravljive.

Čeprav nam bo uspelo sčasoma preoblikovati gozdove v mešane sestoj, nam ne bo uspelo odpraviti niti bistveno zmanjšati škode ujm. Stihijske sile, proti katerim je ostal človek nemočen in še ni odkril učinkovite obrambe, rušijo vse zakonitosti.

Razumljivo pa je, da preobrazba gozdov v najstabilnejšo obliko kot edini možni preventivni ukrep proti ujmam ne poteka hitro in je vezana na daljše časovno obdobje.

V prikazanih količinah poškodovanega lesa ne gre za dejansko uničeni les. Pretežni del ga je možno še vedno izkoristiti, a je odpadek znatno večji, kakor pri normalni sečnji. Uničenega je tudi mnogo nedoraslega drevja v dobi najmočnejšega priraščanja in za krajši ali daljši čas se bistveno zmanjša produktivnost zemljišča.

V denarni vrednosti izražena škoda zajema:

- izpad lesnega prirastka;
- izgubo uporabne lesne mase zaradi večjega odpadka;
- povečanje stroškov izdelave podrtih in poškodovanih dreves;
- povečanje stroškov spravila;
- stroške izdelave dodatnih vlek in gozdnih prometnic;
- stroške sanacije po ujmi prizadetega sestoja;
- stroške ponovne pogozditve ali izpopolnitve nastalih praznin;
- stroške nege in varovanja mladih kultur;
- stroške povečanega zdravstvenega nadzora preostalega drevja in obrobni sestojev.

Vsaka ujma zahteva tudi veliko administrativnega dela, saj je potrebno prilagoditi letne gradbene, pridobitvene in gojitvene načrte gospodarske organizacije. Stroški se še znatno povečajo, če ujma zadene le posamezna drevesa, manjše ali večje skupine dreves, razmetane po obširni površini, kar je posebno pri vrtinčastih viharjih zelo pogosto.

Poseben problem predstavljajo drevesa, ki jih je ujma poškodovala v tolikšni meri, da je vprašljivo, ali se bodo še obrasla, ali jih kaže istočasno posekati z ostalo polomijo. V tem oziru so vprašljivi zlasti iglavci, ker so vsa fiziološko močnejše prizadeta in oslabiljena drevesa idealna osnova za hitro namnožitve podlubnikov in drugih škodljivcev. Ob ugodnih meteoroloških razmerah lahko pride v nekaj letih do tolikšne namnožitve podlubnikov, da je nujno dodatno posekati še okužena drevesa. Ta količina pa lahko v izjemnih primerih preseže od ujm poškodovani les.

Pozimi se javljajo srež, ekstremno nizke temperature in končno še škode, ki jih gozdom povzročijo snežni plazovi. Jesen in pomlad prinašata pozebe, v poletnih mesecih pa poleg vetrolomov nastajajo večje škode v gozdvih zaradi toče, dolgotrajnih suš in požari strele.

Predpostavljamo, da je skupna škoda, ki so jo ujme povzročile v letih 1966, 1981, znatno višje od te v naši tabeli. Po njej znaša polomljena in delno uničena lesna gmota skupno blizu 2.500.000 m³. Računajoč z okoli 200 m³ povprečne lesne zaloge na hektar dobimo okoli 12.500 ha ali letno nad 780 ha od ujm poškodovanih ali uničenih gozdov.

Računajoč 70.000 din stroškov za pogozditev in nego enega hektarja nove kulture, bi gozdno gospodarske organizacije potrebovale vsako leto nad 50 milijonov din dodatnih sredstev samo za sanacijo zaradi ujm prizadetih gozdov.

Literatura

- Bernik, R., 1966, Katastrofe v gozdovih triglavskega gozdnogospodarskega območja. Gozdarski vestnik, št. 9/10, Ljubljana
- Bleiweis, S., Varstvo gozdov. Rokopis
- Bosshard, W., 1967, Erhebungen über die Schäden der Winterstürme. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, No. 12
- Brinar, M., 1954, Katastrofa v idrijskih gozdovih kot vzpodbuda za razmišljanje o stojnosti bukovih gozdov. Gozd. vestnik, št. 3, Ljubljana
- Čuk, C., 1966, Rastiščne značilnostno blejskega gozdnogospodarskega območja. Gozdarski vestnik, št. 9/10, Ljubljana
- Deanković, T., 1969, Snegolomi v Julijskih Alpah in njihovi vzroki. Gozdarski vestnik, št. 9/10, Ljubljana
- Eiberle, K., 1968, Probleme der Wiederherstellung sturmgeschädigter Wälder. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, št. 2.
- Fischer, F., 1968, Zur Frage der Wiederherstellung sturmgeschädigter Wälder. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, št. 5
- Geiger, R., 1950, Die meteorologischen Voraussetzungen der Sturmgefährdung. Forstwissenschaftliches Centralblatt, št. 2/3
- Hočevar, A., 1976, Požled — za gozdarstvo in številne druge gospodarske panoge škodljiv meteorološki pojav. Gozdarski vestnik, št. 3, Ljubljana
- Hočevar, S., Jurc, D., 1982, Škode, ki nastajajo zaradi strele v smrekovih monokulturah na Pohorju. Gozdarski vestnik, št. 6, Ljubljana
- Hütte, P., 1967, Die standörtliche Voraussetzungen der Sturmschäden. Forstwissenschaftliches Centralblatt, št. 5
- Leibundgut, H., 1967, Zu den Sturmschäden im Nachwinter. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, št. 12
- 1969, Erhöht einestärke Durchforstung die Windwurfgefahr. Zeitschrift für Forstwesen, št. 2
- Mikuletič, V., 1976, Požled na Tolminskem. Gozdarski vestnik, št. 7, Ljubljana
- Mlinšek, D., 1966, Gozdnogojitveni problemi in naloge v gorskih smrekovih gozdovih. Gozdarski vestnik, št. 9/10, Ljubljana
- Mitscherlich, G., 1968, Zur Frage der Sturmsicherung der Bestände. Allgemeine Forstzeitschrift, št. 36/37
- Rebula, E., 1969, Posledice neurja iz leta 1965 v gozdovih na območju obrasta Cerknica. Gozdarski vestnik, str. 210, Ljubljana
- Schwerdtfeger, F., 1970, Die Waldkrankheiten.
- Smukavec, A., 1973, Snegolomi in vetrolomi na Jelovici. Študija
- Štrfer, M., 1977, Geografski učinki žleda v gozdovih okrog Idrije in Postojne. Geografski zbornik, št. 16, Ljubljana
- Vajda, Z., 1974, Nauka o zaščiti šuma. Zagreb
- Wraber, M., 1950, Vzroki vetrolomov v smrekovih kulturah. Gozdarski vestnik, str. 306, Ljubljana
- Zupančič, M., 1969, Vetrolomi in snegolomi v Sloveniji v povojni dobi. Gozdarski vestnik, str. 193, Ljubljana
- 1973, O odpornosti gozda proti snegolomu. Gozdarski vestnik, str. 327, Ljubljana
- Živojinović, S., 1958, Zaštita šuma, Beograd
- Bleiweis, S., 1983, Pogostost in obseg škod zaradi ujrm v slovenskih gozdovih. Gozdarski vestnik, str. 233, Ljubljana
- Žled v brkinskih gozdovih leta 1980. Poseben separat uredn. Gozdarskega vestnika 1981, Ljubljana
- Letna poročila o pojavi škode po rastlinskih boleznih, škodljivcih ter elementarnih nesrečah v gozdovih. Republiški gozdarski inšpektorat, Ljubljana

Summary Climatic disasters, their frequency and effects in the Slovene forests Saša Bleiweis

The article is dealing with the glaze frost, snow cover and wind damages in the forests which cover 50% of Slovenia. In the period 1945—1966 they have destroyed or damaged 830.000 m³ and in the period 1966—1982 250.000 m³ of wood. The effect of the disasters is evidently increasing. About 780 ha of forest are destroyed yearly.

The causes and effects of these climatic disasters in forests are analysed with special regard to the vulnerability of some species of trees. The pine is the most vulnerable tree. The highest damages occur in the Julian Alps and on the high Karst plateaus as a consequence of the high snow precipitation.

ŽLEDNE UJME V SLOVENIJI

D arko R adinja*

Tu so prikazane razširjenost, izdatnost, pogostost in druge značilnosti žleda, ki zajema predvsem osrednje dele jugozahodne Slovenije, zlasti Visoki kras z obrobjem, še posebno pa širše vznožje na njegovi primorski strani.

Opredelitev pojava. Mehanizem žledenja je znan (Vujević 1948, Blütghen 1964, Hočevar 1976 itd.). Po njem intenziven žled (poledica) nastaja, ko se dež pri prehodu skozi spodnje hladnejše plasti, ki segajo do tal, ohladi pod 0°C, a ne zmrzne. Šele potem, ko podhlajen dež pade na mrzla tla, drevje in druge predmete, sproti zmrzuje v led ter se spreminja v težak leden oklep. V naših krajih je žled izraz naglega prepletanja mrzlih severozahodnih zračnih gmot, ki se drže pri tleh, povezanih navadno z burjo, ter toplejših, vlažnih zračnih gmot, ki v višinah dotekajo z jugozahoda. Do prepletanja celinskih in maritimnih vplivov z žlednatim učinkom prihaja pozimi, zlasti ob prehodu sredozemskega ciklona preko Slovenije.

Razširjenost pojava. Debelejši žled, ki povzroča škodo, je značilen za jugozahodno Slovenijo. Žledenje je namreč najizrazitejše na Visokem krasu ter njegovem obrobju oziroma vznožju, bodisi na notranji, celinski strani (Idrijsko hribovje itd.), še bolj pa na zunanji, primorski. Na tej strani žledí najpogosteje pravzaprav v tistih pokrajinah submediteranske Slovenije, ki so že nekoliko višje in od morja odmaknjene ter bliže visokim kraškim planotam. Mednje spadajo zlasti Brkini in bližnje Senožeško hribovje (z Vremščico vred), sosednja Pivka (zlasti Zgornja) ter vznožja in pobočja Visokega krasa (notranjskega Snežnika, Javomikov, Hrušice, Nanosa in Trnovskega gozda). Žledenje zajema, čeprav redkeje, tudi Čičarijo in matični Kras, posebno njune višje dele (Slavnik, Trstelj itd.). Močnejše žledí torej že na prvih reliefnih pregrajah, ki obroblijo zaledje Tržaškega zaliva, v notranjost se pojav stopnjuje, toda onstran visokih kraških planot ne sega daleč.

Ker je na vsem tem ozemlju, vključno z Visokim krasom, požledovanje pogosto in izrazito, upravičeno govorimo o žlednih (žlednatih) pokrajinah. Njegove posledice se namreč kažejo v različnih pokrajinskih potezah, naravnih in družbenih. Pri tem je zelo značilno, da se njihova razprostranjenost v glavnem ujema z razširjenostjo burje, zlasti tam, kjer je ta pogostejša in silovitejša. Žlednate pokrajine so torej hkrati tudi burjaste, saj je očitno, da sta oba pojava — burja in žled — v marsičem tudi razvojno povezana. Njuna razširjenost se zato marsikje ujema tudi v drobnem. V krajih, kjer je burja izrazitejša, je največkrat tudi žled pogostejši, če ni že tudi močnejši. Pri obeh pojavih se torej uveljavlja ustrezna prostorska zakonitost. Kjer pa se njuna intenzivnost krajevno ne ujema, je zaradi tega, ker silovitost burje stopnjuje predvsem ustrezna izoblikovanost reliefa (prevali, višje stopnje itd.), intenzivnost žleda pa ustrezne nadmorske višine. Oba pojava imata zato poleg skupnih tudi različne poteze, zlasti v razporeditvi in intenzivnosti, vendar se pri tem

* Darko Radinja, dr., redni prof., Oddelek za geografijo FF, Aškerčeva 12, 61000 Ljubljana

prav tako kažejo zakonitosti. Na splošno je burja obsežnejša od žleda, saj se z Visokega krasa raztegne še vse do morja, intenzivno žledenje pa tja ne sega.

Tako zasnovano žlednato ozemlje pravzaprav ni obsežno, predvsem pa ni široko. Po dolgem sega od Julijskih Alp na severozahodu, pravzaprav od predalpskega Idrijskega hribovja, pa preko dinarskih visokih planot in njihovega vznožja do Snežnika na jugovzhodu, odkoder se na hrvaško stran nadaljuje še preko Gorskega kotara, Velebita in Like. V prečni smeri, od jugozahoda proti severovzhodu, je žlednato ozemlje precej ožje, saj poleg Visokega krasa obsega pravzaprav le najbližje primorske pokrajine.

Za tako oblikovano žlednato ozemlje je značilna zlasti njegova dinarska usmerjenost (SZ-JV), ki je hkrati prečna na prevladujočo zračno dinamiko, odločilno za žledenje, kar je njegova druga poteza. Naslednja je ta, da se razširjenost žlednega ozemlja v bistvu ujema s klimatskim stikom med primorsko in celinsko Slovenijo. In ker se ta stik opira na reliefno pregrado visokih kraških planot, je razmeroma ozek in izrazit; takšno je zato tudi območje intenzivnega žledenja. Z Visokim krasom zasnovano prepletanje različnih zračnih gmot, morskih in celinskih, je namreč podlaga za nastajanje žleda. Od narave tega prepletanja pa so odvisne njegove poglobitve lastnosti, zlasti razširjenost, pogostost in izrazitost.

Intenzivno žledenje se drugod po svetu, zlasti v nekaterih ravninskih pokrajinah, lahko zelo razširi, saj v severni Ameriki, evropskem delu Sovjetske zveze pa tudi v atlantski Evropi, zajame po več sto tisoč kvadratnih kilometrov ozemlja (Vujević 1948, Blütghen 1964, Lomilina 1977). V Sloveniji pa žledenje, kakor kažejo dosedanje študije, ni obsežno (Brinar 1964, Pišlar 1973, Šifrer 1977, Radinja 1981), kar je posledica tega, da se pri nas uveljavlja orografski tip žleda. Ta je sicer lahko izredno močan, a krajevno zelo različen in na srečo ne preveč obsežen. Do obsežnejšega žledenja pride v Sloveniji le izjemoma. Tako je bilo 1980. leta, ko se je žledenje iz submediteranskega dela, kjer je bilo uničujoče, razširilo na osrednjo Slovenijo, čeprav zelo oslABLJENO, nato pa se je raztegnilo še v subpanonski svet, kjer se je lokalno znova okrepilo (Radinja 1981). V osrednji in vzhodni Sloveniji pa močnejši žled tudi sicer ni povsem neznan, a njegova škoda je neprimerno manjša (glej tabelo 2).

Intenzivnost žleda. Poškodbe, ki jih v pokrajini povzroča žled, so odvisne predvsem od njegove debeline. Medtem ko nekaj milimetrov debel led praviloma ne povzroča škode, je več centimetrov debela žledna obloga za drevje, daljnovode in druge izpostavljene stvari vselej škodljiva. Z naraščajočo debelino ledu se poškodbe naglo povečujejo. Tako so posledice več kot 5 cm debelega žleda povečini že katastrofalne.

Za določanje debeline žleda ne uporabljajo enotnih meril in za njegovo kategorizacijo tudi ne ustrezne jakostne lestvice. V literaturi navajajo bodisi enostransko ali obojestransko debelino žleda, torej njegov polmer ali premer. Nekateri viiri pri tem označujejo povprečno, drugi maksimalno debelino (Vujević 1948, Blütghen 1964, Raevskij 1977, Poročilo IMK 1980), kajti žled je na eri strani navadno debelejši, največkrat na spodnji ali prijetni strani. Poleg debeline je pomembna še teža ledu, ki (pre)obremeni požlejene predmete, na primer dolžinski meter daljnovoda. Kajti gostota ledu je različna glede na to, ali žled nastaja z meglo, pršcem oziroma dežjem. Meritve kažejo, da je s podhlajenim dežjem nastali žled tudi do dvakrat gostejši (težji) od tistega, ki nastane z meglo (Lomilina 1977). Obremenitev požlejenih predmetov močno poveča tudi veter, kar je zaradi burje pomembno zlasti za naše razmere. V praksi pa intenzivnost žleda določamo največkrat šele po posledicah. To je pomembno zlasti takrat, ko ugotavljamo razširjenost različno debelega žleda šele potem, ko je ta že mimo. Pri tem je v kmetijskih pokrajinah najboljša opora različna poškodovanost sadnega drevja in v gozdnih poškodovanost gozda.

Pri preučevanju posledic, ki jih je žledna ujma povzročila v Brkinih in sosedstvu novembra 1980, smo za regionalizacijo žlednega ozemlja sestavili naslednjo lestvico.

Tabela 1: Žledna lestvica

oznaka	debelina	posledice
I. šibek žled (tanek)	povprečno manj kot 5 mm	poškodb skoraj ni ali pa so redke in manjše, npr. redki odlomi manjših vej in vejic
II. zmernen žled (srednje debel)	6 do 20 mm	zmeme poškodbe; prelomi srednjih in večjih drevesnih vej (največkrat do 5 cm premera), poškodovane televizijske antene, tanjše žične napeljave
III. močan žled (debel)	21 do 50 mm	večje in številnejše poškodbe; polomljeno drevje do 30 cm premera (letvenjaki, drogovnjaki), polomljene antene, potrjana telefonska in električna napeljava (nizke in srednje napetosti itd.)
IV. zelo močan žled (zelo debel, katastrofalen)	51 do 100 mm	izredno velike in množične poškodbe; polomljeni gozdovi in sadovnjaki (drevje s premerom preko 30 cm), poškodovani strešni žlebovi, ograje, daljnovodi in daljnovodni stebri itd.
V. izjemno močan žled (izredno debel, katastrofalen, uničujoč)	nad 100 mm	stopnjevane poškodbe v primerjavi s prejšnjo kategorijo; uničeni oziroma podrti daljnovodni stebri

Po sicer maloštevilnih podatkih v literaturi, ki je pri nas na voljo, moremo ugotoviti, da je intenzivnost orografskega žleda, kakršnega poznamo v jugozahodni Sloveniji, izredna tudi v širši primerjavi. Podobno debelino dosega žled le v severni Nemčiji in vzhodnih delih ZDA, večjo pa v Franciji in na Norveškem (Vujević 1948, Blütgen 1964, Kern 1980). Približno enako močan, kakor pri nas, je žled v Ukrajini, kjer so že večkrat izmerili njegovo maksimalno debelino med 50 in 100 mm (1959 — 69 mm, 1969 — 84 mm, 1961 — 52 mm, 1963 — 56 mm, 1969 — 55 mm in 1975 — 59 mm). Tam je žled novembra 1961 dosegel celo debelino 110 mm in obtežbo 2500 gr/m (Raevskij, Prohorenko 1977).¹

Do zelo močnega žledenja prihaja tudi drugod po Jugoslaviji. Po Kernovih² podatkih je leta 1969 izredno močan žled poškodoval in deloma porušil električni daljnovod v Makedoniji (Lazaropole), leta 1971 v Hercegovini in Črni gori (DV Gacko-Trebinje) ter leta 1979 v vzhodni Srbiji (DV Džerdap-Bor). Povsod tod je bilo žledenje vsaj tako močno kakor v Brkinih novembra 1980. leta, kjer je žled prav tako porušil daljnovod, odebelil pa se je do 9 cm. Takrat je žledenje zajelo še druge dele dinarskega sveta, saj se je preko Velebita, Like in Plitvic, kakor je poročalo dnevno časopisje, raztegnilo vzdolž Dinarskega gorstva tja do Črne gore. V Liki je bil žled še veliko debelejši kakor v Brkinih, saj je na primer 3 cm debeli daljnovodni žici, oddaljeni med seboj 40 cm, obdal v enoten leden oklep (Kern 1980). Na dolžinskem metru daljnovoda se je v debelini okoli 15 cm nabralo do 23 kg ledu, v Brkinih pa 11,6 kg (Poročilo IMK 1980). Tudi v Lazaropolju je bila leta 1969 podobna obtežitev — 10,7 kg (Kern 1980). Poleg daljnovodov je žled v vseh prej omenjenih delih Jugoslavije polomil in poškodoval tudi gozdove ter povzročil pokrajinam pravo katastrofo. Glede na varnostne normative, ki veljajo za gradnjo daljnovodov, jih je žled preobtežil že več kot desetkrat. Zelo močnemu žledu se zato daljnovodno in drugo omrežje ne more upirati in škoda je neizogibna. Če bi se ji hoteli izogniti, bi morali daljnovode tako okrepiti, da bi bili veliko predragi ali pa jih sploh prestaviti ter speljati drugje, kjer ni žleda. Novi daljnovodi bi se morali takim pokrajinam sploh izogniti, kajti speljani preko njih so (pre)veliko tveganje.

Ker imamo o arealu, intenzivnosti in frekvenci žledenja premalo podatkov, ne vemo, ali je tveganje sploh upravičeno, S podobnimi težavami se ubadajo marsikje po svetu. Na

¹ Glede na debelino ledu je omenjena obtežitev desetkrat premajhna, če gre namreč za pravi žled. Verjetno pa je vmes tiskarska napaka. Primerjaj razmerje med obtežitvijo in debelino žleda v Jugoslaviji, ki so prikazani v članku.

² Za te in številne druge podatke se dipl. inž. Janezu Kernu iz Soških elektram (Nova Gorica) iskreno zahvaljujem.

Norveškem je žled tako močno okoval daljnovod, da ga je bilo na dolžinski meter do 60 kg, kar je doslej največja znana žledna obremenitev (Kern 1980). Takim obtežitvam ne morejo kljubovati še tako trdni daljnovodi.

Intenzivno žledenje povzroča pokrajinam zelo veliko škodo, še posebno, če se žledu pridruži sunkovit veter, kakršna je npr. burja. Ker so pokrajine infrastrukturno in tehnološko čedalje bolj opremljene, so tudi škode zaradi žleda vse večje. Tovrstne naravne nesreče se zato velikokrat sprevržejo v prave katastrofe.

Žledno tveganje ni povezano samo z intenzivnostjo in frekvenco žledenja, temveč tudi s premajhnim poznavanjem reliefnih in drugih razlik v teh pokrajinah. Žled je namreč močno odvisen od višine in reliefa, zato se njegova debelina (in tudi sestava) neenakomerno spreminja preko požlejene pokrajine. Marsikateri škodi bi se bilo mogoče izogniti z upoštevanjem žledne regionalizacije teh pokrajin. Na take raziskave se prostorsko planiranje, žal, še ne more opreti, ker jih še nimamo, čeprav bi bile za jugozahodno Slovenijo zelo nujne.

Posledice žleda so odvisne tudi od njegove sestave. Čist žled je kompakten in težak, saj ga sestavlja gosta plast ledu, na kar opozarja že njegov videz. Ker vsebuje malo zraka, je skoraj prozoren in brezbarven ter podoben vodnemu ledu. Zaradi večje gostote in teže povzroča glede na svojo debelino nesorazmerno veliko škodo, saj polomi tri do štirikrat debelejša drevecje. Gostota žleda pa ni vselej enaka. Odvisna je zlasti od meteoroloških razmer, posebno od vlage, iz katere neposredno nastaja (megla, pršec, dež). Znani so podatki o različni gostoti žleda, ki je nastal bodisi iz podhlajenega dežja (gostota 0,7), s pršenjem (0,6) ali meglo (0,5). Po nekaterih meritvah je žled skoraj dvakrat težji od zmrznjenega mokrega snega (Lomilina 1977). Žled tudi ni vselej čist, včasih je zmes ledu in mokrega snega ali celo sreža, kar opozarja, kako nastaja v ozko omejenih meteoroloških pogojih. Čim se spremenijo, ga zamenjajo bodisi dež, sneg, pšeno ali ivje. Zato je debelejši žled, za katerega je potreben vsaj en dan nastajanja, redek pojav tudi tam, kjer je tanek žled sicer pogost.

Pogostost žledenja — žledni režim. Za žledne pokrajine in njihovo gospodarsko ter drugo strukturo je zelo pomembno, kako pogosto se žled v njih pojavlja. Odločilno je zlasti ponavljanje močnega, uničujočega žledenja. Za Brkine je značilno, da je tanek žled (milimetrski) takorekoč reden, vsakoleten pojav. Posamezni deli Brkinskega hribovja požledijo včasih tudi večkrat na leto, a domala brez škode, ker je žledenje vselej pozimi oziroma izven vegetacijske dobe (november—marec). Zmeren žled je po mnenju domačinov celo koristen, ker uničuje drevesne škodljivce, ki prezimijo pod lubjem. Zato naj bi bila po žlednih zimah sadna letina boljša.

Vsakihi nekaj let (5, 8, 12) je žled močnejši, vendar ne presega debeline errega ali dveh centimetrov, in razen na drevju, kjer odlomi posamezne veje, ne povzroča druge škode. Zato se takih žlednih let domačini le bledo spominjajo in zanesljivih letnic brez sistematičnega raziskovanja ni mogoče ugotoviti.

Glede srednje močnega žleda (3 do 4 cm) omenjajo po posameznih krajih v Brkinih, na Zgornji Pivki, Senožeškem in Krasu več različnih letnic (1910, 1920/21, 1927/28, 1939, 1944, 1951/52, 1957, 1965, 1966, 1968), kar kaže na lokalno požledovanje. Vendar je v zvezi s tem še marsikaj nejasno, kar bi bilo treba še natančneje preučiti.

Drugače je z močnejšim žledom, ki povzroča občutno škodo in ki naj bi se v Brkinih oziroma v sosedstvu pojavljal približno vsakihi trideset let. Poleg katastrofalnega žleda leta 1980, pomnijo domačini močan žled še leta 1952, 1933 in 1891,³ njihov obseg pa nam ni

³ Letnica ni zanesljiva, ker navajajo različna leta (od 1890 do 1896). Očitno pa je, da je bil močan žled v zadnjem desetletju prejšnjega stoletja, pisani viri o tem pa zaenkrat niso znani.

znan. Med ljudmi se ohranja megljen spomin tudi na zelo močan (katastrofalen) žled pred približno dvesto leti.⁴

Da je v preteklosti Brkine večkrat prizadel močnejši žled, je mogoče ugotavljati po poškodbah različno starega sadnega in drugega drevja. Več desetletij stara drevesa so marsikje močno poškodovana, zlasti v višjih, odprtih legah (npr. lipe na Artvižah, Tatrah in Rjavčah), pa tudi mlajše drevje, staro manj kot trideset let, ni brez poškodb, kar kaže na posledice žlednih let 1965, 1966, 1968, o katerih govorijo domačini.

Na pogostost intenzivnega žleda zgovorno kaže tudi obnavljanje brkinskih sadovnjakov, ki jih je uničil žled. Po pričevanju starejših ljudi naj bi jih po letu 1880 obnovili štirikat (Klemenčič 1959). Močan žled se torej ponavlja v razdobjih, ki so krajša od življenjske oziroma rodne dobe sadnega drevja, kakršna je značilna za stare kmečke sadovnjake. Kljub temu se v preteklosti v Brkinah na splošno niso odrekli gojenju sadja. Drugače je na Zgornji Pivki, kjer se sadno drevje sploh ne obnese, ne samo zaradi burje, temveč tudi zaradi žleda. Ta pokrajina je tudi sicer med najbolj ogroženimi pokrajinami v tem delu Slovenije zaradi različnih, zelo kritičnih vremenskih pojavov. Starejši ljudje tudi na Senožeškem živo pomnijo številna žledna leta, ko se je v okolici Gabrč, Senadolic in Vremščice lomilo sadno in drugo drevje, natančnejša opredelitev teh let pa je po ustnih virih premalo zanesljiva.

Da se žled pojavlja na najbolj izpostavljenih cestnih odsekih, zlasti okrog prevalov, so značilne ugotovitve delovnih organizacij iz Postojne, Sežane in Ilirske Bistrice, ki vzdržujejo ceste na Pivki, v Senožeškem podolju in na Divaškem Krasu. Podobne izkušnje imajo podjetja, ki vzdržujejo telefonsko in električno omrežje. Skoraj vsako leto se srečujejo s poškodbami, ki jih žled povzroča zlati med Krasom in Hrušico (Studeno, Belsko, G. Krnice, Bukovje).

Za sosednji Visoki kras, ki ga pokrivajo naši najimlenitnejši gozdovi, naselja pa so redka, nimamo zanesljivih podatkov o šibkem ali zmernem žledenju, ki je sicer najpogostejše, a na splošno brez očitnih sledov in večje škode. Po izjavah gozdarjev in domačinov z obrobja je tako žledenje redno, vsakoletno, čeprav sporadično. Eno leto so požlejeni eni, drugo leto pa drugi deli visokih gozdnih planot.

Bolj znana so žledna leta z večjo škodo, ki gre domala vsa na račun gozda, zlasti bukovega, a marsikje tudi smrekovega. Največ podatkov je zato o žledolomih, kakor označujejo gozdarji zaradi žleda polomljeno drevje. Škode nikakor niso majhne. Iz povojnega obdobja je znanih več žledolomov, ki so pustošili po visokih kraških planotah in sosednjem hribovju, kjer se klimatski vplivi med celinsko in primorsko Slovenijo prepletajo najizraziteje. Posebno uničujoči so bili štirje, ko je intenzivno žledenje vsakokrat zajelo po več tisoč hektarov gozda in polomilo na stotisoče dreves, oziroma po več kot sto tisoč kubičnih metrov lesa, včasih tudi po dvakrat ali trikrat več (tabela 2 in tabela 3).

V zadnjih desetletjih je tako žledenje kar trikrat pustošilo po Visokem krasu in njegovem obrobju — leta 1953, 1966 in 1975. To je povprečno po enkrat vsakih petnajst let. Pri tem so bili intenzivno požlejeni sicer v glavnem različni deli Visokega krasa, najbolj pa je trpel njegov severozahodni del, vključno z Idrijskim hribovjem. Obseg in značilnosti teh pustošenj prikazujejo gozdarske študije (Brinar 1954, Rebula 1969, Zupančič 1969, Pišlar 1969, 1971, Mikuletič 1976), žledolom novembra 1975 pa je z geografskega vidika sistematično preučil Šifrer (1977), ki je prvi tudi kartografsko prikazal obseg žledenja, kar je prva tovrstna karta pri nas.

Razsežnost teh ujm razkriva zlasti škoda, ki so jo povzročile gozdarstvu, saj so na območjih posameznih gozdnih gospodarstev in njihovih obratov uničile po več odstotkov vse lesne zaloge, ponekod desetino, petino in tudi več. Količine polomljenega lesa so

⁴ Domačini omenjajo cerkveno kroniko iz Vremske doline, kar pa po pismenem sporočilu M. Presa, župnika iz Vrem, ni bilo mogoče preveriti, medtem ko je bila kronika iz Loč na vznožju Brkinov, ki naj bi to prav tako omenjala, med vojno uničena. Sistematično raziskovanje starejših pisanih virov bo ustrezne podatke moda le dognalo.

tolikšne, kolikor znaša večletni prirastek teh gozdov, oziroma tolikšne, kolikršen je v njih redni večletni posek. Zato žledne ujme v takih gozdovih dobesedno iztirijo redno gospodarjenje z njimi.

Žledna ujma v Brkinih novembra 1980. Največja žledna ujma po zadnji vojni ni pustila po Visokem krasu, temveč na njegovem primorskem vznožju s središčem v Brkinih, kjer je pred tremi leti polomila skoraj pol milijona kubičnih metrov lesa (tabela 2 in tabela 3), kar je približno petina celoletne sečnje v Sloveniji v tem letu (primerjaj Gozdarski vestnik, 1982/1). To je največja doslej znana naravna katastrofa v slovenskih gozdovih. Kako silovita je bila ujma, spoznamo po tem, da je bila tolikšna količina lesa polomljena pravzaprav v agrarni in ne gozdni pokrajini. Koliko bi se ga šele polomilo, če bi bili Brkini, kjer je gozda le za dobro tretjino, tako gozdnati kakor je Visoki kras. Medtem ko je ta skoraj v celoti pokrit z gozdovi in domala neposeljen, je Brkinsko hribovje zaradi flišne sestave in nižje lege (500 do 800 m nadm. viš.) stara, močno kultivirana agrarna pokrajina, kjer približno polovico vsega površja sestavljajo travna tla, ki jim žled ne more do živenga. Poleg tega je tu še okoli 15 odstotkov njivskega sveta, ki je pred žledenjem prav tako varno. Zaradi sadnega drevja pa je vseeno trpelo tudi kmetijstvo, saj je bilo po podatkih prizadetih občin (Ilirska Bistrica, Sežana, Postojna) na požlejenem ozemlju poškodovanih ali polomljenih 122.000 sadnih dreves. Vseeno pa je to le poldruga desetina vse škode in le petina tiste, ki so jo pretrpeli gozdovi. Približno toliko škode kot sadjarstvo je utrpelo tudi telefonsko in električno omrežje. Ujmo lahko ocenimo najmanj za petdesetletno, če ne celo za stoletno.

Gozdovi Visokega krasa in druge vremenske ujme. Gozdovi na Visokem krasu so po naravnih nesrečah na splošno med najbolj ogroženimi v Sloveniji, kar je glede na to, da so na reliefni pregraji, ki je hkrati klimatska meja med primorskim in celinskim delom Slovenije, tudi razumljivo. Žled pa ni edini vremenski pojav, ki jih ogroža, saj marsikje sploh ni najusodnejši, kajti gozdovi visokih kraških planot ne trpijo nič manj zaradi snegoloma in vetroloma (po snegu in vetru polomljeno drevje), kakor kažejo gozdarske raziskave (Bernik 1966, Zupančič 1969, Deanković 1969). Pri tem pa se v posameznih delih Visokega krasa razmerja med omenjenimi tremi ujmami v marsičem spreminjajo. Na splošno se kaže, da sta v severozahodnem delu najpomembnejša vetrolom in zlasti snegolom, kar velja še bolj za sosednje visoke kraške planote Julijskih Alp, za Jelovico, Pokljuko in Mežakljo, kjer pa uničujočega žleda ni več.

Značilnosti orografskega žleda. Ker se v Sloveniji uveljavlja orografski žled, je žledenje omejeno na gorsko pregrado med notranjo in primorsko Slovenijo ter njeno širše primorsko vznožje, skratka na osrednji del jugozahodne Slovenije.

Glede na značilnosti dinarskega reliefa se orografski žled že na krajše razdalje precej razčlenjuje. Pri tem imata posebno vlogo nadmorska višina in ekspozicija reliefa. Posebno kritične so višine med 600 in 900 m abs. višine, kjer je žled najznačilnejši, čeprav seže tudi še dobrih sto ali več metrov navzdol in vsaj še dvesto metrov navzgor. Višine med 600 in 900 m pa vsekakor lahko označujemo za žledni pas.

Z žledom so glede na ekspozicijo ogrožena zlasti severozahodna, notranja pobočja dinarsko usmerjenih planot in hrbtov, kjer je žled debelejši kakor na nasprotnih, jugozahodnih. To velja za Visoki kras in za nižje hribovje na primorski strani (Vremščica, Brkini, Čičarija). Zanj je še značilno prestavljanje z višjih leg na nižje in z notranjih na bolj zunanje dele jugozahodne Slovenije in obratno. Škoda pa je vselej velika, naj žled prizadene Visoki kras ali nižje primorske pokrajine. Zgoraj je škoda velika zaradi gozdov, spodaj zaradi infrastrukture in druge opremljenosti teh pokrajin. K razčlenjenemu žledenju pripomore še kraški relief, kjer se žled v visokih kraških kotanjah (mraziščih) lahko lokalno precej okrepi.

Prostorsko zaporedje naravnih nesreč v jugozahodni Sloveniji. Medtem ko zunanje in nižje primorske pokrajine ogrožajo predvsem suša in gozdni ter drugi požari, pri čemer zanemarimo burjo in njene posledice, jih v notranjih, že nekoliko višjih primor-

skih pokrajinah poleg prvih snežnih zametov in pozeb ogrožajo še žledne ujme, ki segajo še na Visoki kras. Tu pa ogroženost stopnjujeta še vetrolom in snegolom, vendar tako, da se proti severozahodu in robu Julijskih Alp, zlasti na njihovih visokih kraških planotah (Jelovica, Mežaklja, Pokljuka), nevarnost žleda zmanjša, usodnejša pa postajata vetrolom in posebej še snegolom.

Na omenjenem višjem svetu sta očitno najbolj ogroženi alpski planoti Jelovice in Mežaklje, močno pa tudi predalpsko Idrijsko hribovje s soselstvom, ki ga močno prizadevajo vse tri ujme. Med notrajimi primorskimi pokrajinami so na vznožju Visokega krasa najbolj ogroženi Brkini in Zgornja Pivka. Slednja je, upoštevajoč še burjo, med našimi najbolj degradiranimi pokrajinami.

Odprta vprašanja. Ker v jugozahodni Sloveniji razširjenost in značilnosti žledenja premalo poznamo, je treba razširiti in poglobiti raziskave, zlasti terenske. Ker je tudi uporabnost sedanjega znanja v praksi preskromna, kar se je pokazalo posebno ob projektiranju daljnovoda, speljanega preko Brkinov, je potrebno izdelati žledno regionalizacijo jugozahodne Slovenije pa tudi regionalizacijo ogroženosti slovenske zemlje po naravnih nesrečah sploh, kar bi bilo koristno zlasti za prostorsko in vsakršno drugo planiranje.

Nadalje je potrebno uveljaviti ustrezno prakso, po kateri naj bi se ob vseh naravnih nesrečah s sodobno aerofotografsko tehniko takoj posnela prizadeta območja, kar je najhitrejši in najgospodarnejši način registriranja stanja ter hkrati solidna osnova za različne raziskave in različna načrtovanja v takih pokrajinah.

Potrebno je tudi večje sodelovanje posameznih strok, ki tako ali drugače preučujejo naravne nesreče, z namenom, da se pri obravnavanju tovrstne problematike okrepijo širši pogledi in pristopi (interdisciplinami) ter da se ustrezno uskladi vrsta terminoloških, metodoloških, informacijskih in drugih vprašanj. Ustrezno pobudo naj prevzame Raziskovalni center SAZU in v njegovem okviru zlasti Geografski inštitut A. Melika.

Tabela 2: Žledolomi v Sloveniji¹

Žledno območje	leto/mesec	obseg podrtega lesa v m ³	opomba
Zgornja Pivka	1896		kraški gozd
Brkini, Košanski gozdovi	1933		500—700 m
Gorenji Kras	1952/marec		čmi bor
Vremščica, Brkini	1952/januar		
Idrijsko hribovje	1953/december	153.000	500—800 m
Litijsko hribovje	1958	1.150	
Haloze, Boč, Tisovec	1958	7.000	500—600 m
Rudnica, Sotelsko	1960	930	400—500 m
okolica Logatca	1963/november	7.000	
okolica Vrhnike	1966		
okolica Škofljice	1966		žledolom in snegolom
Idrijsko hribovje	1968/november		
Trnovski gozd (Krekovše)	1968/jeseni	35.000	600—800 m
Kras (Divaški in Trsteljski hribi)	1972/januar	40.000	450—550 m
Idrijsko hribovje	1975/marec		
Idrijsko hribovje (Trnovski gozd, Hrušica, Snežnik)	1975/november	342.000	800—1200 m
okolica Razdrtega	1976/februar		
Brkini, Čičarija itd.	1980/november	490.000	500—800 m
Krško hribovje	1980/november	80.000	400—600 m
Vzh. Posavsko hribovje	1980/november	1.200	400—700 m

¹ Po različnih virih (Gozdarski vestnik, podatki gozdnih gospodarstev itd.). Glej konec seznama literature!

Tabela 3: Največje povojne poškodbe v slovenskih gozdovih zaradi vremenskih ujm¹

Tek. št. (gozdno gospodarstvo)	Območje	kol. podrtega lesa v m ³	vzrok poškodbe	mesec/leto	nadm. viš.
1.	Idrijsko hribovje, Čmi vrh itd. (Tolmin)	153.000	žledolom	nov./1953	600—1000
2.	Pokljuka, Jelovica, Mežaklja (Bled)	130.000	snegolom	dec./jan. 60/61	1000—1200
3.	Goričko (Mur. Sobota)	108.000	snegolom	jan./1962	200—400
4.	Visoki kras, Kočevsko (Postojna, Kočevje)	264.000	vetrolom	jul./1965	
5.	Rog. Mežiška dol. itd. (Kočev., Sl. Gradec itd.)	118.500	snegolom, vetrolom	1965 ²	
6.	Tolminsko, Kočevsko itd. (Tolmin, Kočevje)	166.046	snegolom, vetrolom, žledolom	1966	različna
7.	Visoki kras (Tolmin, Postojna)	342.330	žledolom	nov./1975	800—1200
8.	Brkini s soselstvom (Sežana, Postojna)	490.554	žledolom	nov./1980	500—800

¹ Upoštewane so ujme, ki so polomile več kot 100.000 m³ lesa. Pregled je sestavljen po podatkih, ki so objavljeni v povojnih številkah Gozdarskega vestnika.

² Drugi vir navaja letnico 1952.

Literatura

- Bernik, R., 1966, Katastrofe v gozdovih Triglavskega gozdnogospodarskega območja, Gozdarski vestnik, Ljubljana
- Blütghen, J., 1964, Allgemaine Klimageographie, Berlin
- Brinar, M., 1954, Katastrofa v idrijskih gozdovih kot vzpodbuda za razmišljanje o stojnosti bukovih sestojev, Gozdarski vestnik, Ljubljana
- Deanković, T., 1969, Snegolomi v Julijskih Alpah in njihovi vzroki, Gozdarski vestnik, Ljubljana
- Garzarolli, D., 1982, Rane v Brkinih se celijo, Naše okolje, 1—2, Ljubljana
- Hočevnar, A., 1976, Požled — za gospodarstvo in številne druge gospodarske panoge škodljiv meteorološki pojav, Gozdarski vestnik, Ljubljana
- Klemenčič, V., 1959, Pokrajina med Snežnikom in Slavnikom, Gospodarska geografija, SAZU, Dela IV, Ljubljana
- Lomilina, L. E., 1977, O vlijanii rel'efa na gololedno-izmorozevye otloženija, Meteorologija i gidrologija, 2, Moskva
- Melik, A., 1935, Slovenija, Geografski opis, I/1, Slov. Matica, Ljubljana
- Melik, A., 1960, Slovensko Primorje, Slovenija, Geografski opis, IV, Slov. Matica, Ljubljana
- Mikuletič, V., 1976, Požled na Tolminskem, Gozdarski vestnik, Ljubljana
- Pišlar, I., 1971, Katastrofa v idrijskih gozdovih novembra 1968. leta, Idrijski razgledi, 1, Idrija
- Pišlar, I., 1973, Žled v družbenih gozdovih na Idrijskem novembra 1969, Idrija.
- Radinja, D., 1981, Pokrajinske posledice žledne ujme v Brkinih in soselstvu novembra 1980. Elab. za GI AM SAZU (rokopis), Ljubljana
- Raevskij, A. N., Prohorenko, M. M., 1977, Intensivnye gololedy i obledenienie provodov na territorii Ukrainy, Meteorologija i gidrologija, 2, Moskva
- Rebula, E., 1969, Posledice neurja iz leta 1965 v gozdovih na območju obrata Cerknica, Gozdarski vestnik, Ljubljana
- Šifrer, M., 1977, Geografski učinki žleda v gozdovih okrog Idrije ter Postojne, Geografski zbornik, 16, Ljubljana
- Štraus, V., 1954, Redek vremenski pojav, Gozdarski vestnik, Ljubljana
- Vujević, P., 1948, Meteorologija, Beograd
- Zupančič M., 1969, Vetrolomi in snegolomi v Sloveniji v povojni dobi, Gozdarski vestnik, Ljubljana
- 1981, Škoda in sanacija v brkinskih gozdovih, Gozdarski vestnik, Ljubljana
- 1982, Poročilo o uresničevanju samoupravnega sporazuma o temeljih plana SIS za gozdarstvo SR Slovenije za obdobje 1981—1985 v letu 1981. Samoupravna interesna skupnost za gozdarstvo Slovenije, Gozdarski vestnik, 9, Ljubljana

Podatki gozdnih gospodarstev in obratov Ilirska Bistrica, Postojna, Brežice, Celje ter Zavoda za pozdovanje in melioracijo Krasa v Sežani
1980, 1981, Poročila, elaborati in podatki, Soške elektrarne, Nova Gorica (SENG). Gradivo in podatke je posredoval dipl. inž. J. Kern, Ljubljana
1980, Poročilo o ugotavljanju obtežbe na vodnikih ob priliki havarije na DV 220 Divača—Pehlin in DV 400 kV Divača—Melina, Inštitut za metalne konstrukcije (IMK), Ljubljana
Razni avtorji, Žled v Brkinskih gozdovih leta 1980, Ljubljana

S u m m a r y
Intensive glaze frost in Slovenia
Darko Radinja

Intensive glaze frost is characteristic, in particular of the climatic contact zone between Western and Central Slovenia which is represented by the relief barrier of the Dinaric high karst plateaus in the hinterland of the Bay of Trieste. The orographic type of the glaze frost is characteristic of this zone but also of its lower fringe area in particular along the western part on the Mediterranean side. Glaze frosts do not affect larger areas, at most a few hundred square kilometres, but are comparatively very intensive. The most critical is the altitude belt between 600 and 900 m above sea-level, although glaze frosts appear also at altitudes some 100 to 200 m higher or lower than in that belt. Some are registered every year but they assume catastrophic proportions only at about thirty years intervals. In such cases is several centimetres thick and causes most damage on fruit trees and in forests. The last case of such a devastating glaze frost occurred in the year 1980 (in november) and was most pronounced in the Brkini mountainous area where the cover of ice was 9 cm thick. Nearly half a million cubic metres of timber was ruined as well as 122.000 fruit trees. Local telephone and electricity grid-lines as well as several kilometres of the high tension 380 kV trunk grid lines were totally destroyed.

OGROŽENOST SLOVENIJE ZARADI TOČE

Andrej Kranjc*

Obravnavani so pogoji za nastanek toče, proces njenega nastanka ter območja, kjer se pojavlja. Opisana je obramba pred točo, ki jo izvajajo že mnoge države, vendar njena učinkovitost še ni povsod izpričana.

Toča se javlja v slovenskih predelih dokaj enakomerno. Velike razlike pa so od leta do leta. Največkrat pada julija, nekaj manj junija in avgusta, redkeje maja in že zelo redko septembra.

Največ škode povzroči na kmetijskih pridelkih. V zadnjih petih letih je Zavarovalna skupnost Triglav izplačala na leto povprečno 180 milijonov din odškodnine za škodo na kmetijskih pridelkih. Na koncu sestavka je pregled toč v Sloveniji v zadnjih petih letih.

Uvod

Po definiciji iz Mednarodnega atlasa oblakov (1956) je »toča padavina v oblikih kroglastih ali nepravilnih zm ledu s premerom 5—50 cm, včasih tudi več, ki padajo posamezno ali sprijeta v obliki nepravilnih grozdov. Toča se sestoji iz več plasti prozomega in polprozomega ledu, ki so najmanj 1 mm debele. Toča navadno pada pri močnih nevihtah z grmenjem«.

Za nastanek toče so potrebni posebni pogoji v ozračju, ki so prisotni predvsem v topli polovici leta in sicer pretežno v zmernih in nižjih geografskih višinah. Debela in uničujoča toča je v nekem kraju sorazmerno redek pojav. Običajno pada le kratek čas in na manjši, ostro omejeni površini. Izjemoma pa se more zgoditi, da pada toča tudi do približno eno uro (ali celo več) in v tem primeru lahko prekrije tla do 30 cm na debelo. V naših krajih padajo v primeru zelo močnih toč zrna, težka do 700 g, z nekaterih drugih področij (Kitajska, Indija, ZDA) pa so poročali tudi o več kilogramih težkih zrn toče. V naših geografskih širinah je toča najbolj pogosta v razdobju maj—avgust (glej tabelo 1), glede na dnevni čas pa v popoldanskih urah.

Proces nastajanja toče še ni znan v vseh podrobnostih, obstaja pa bolj splošna shema, ki jo na kratko navajamo tukaj.

Toča se razvija v nevihtnih oblakih, kjer so močni vzponski tokovi in v pogojih velike vsebnosti podhlajene vode (t.j. vode, ki se nahaja v tekočem stanju tudi pri temperaturah pod 0°C). Poenostavljen model nastanka toče je naslednji:

Zarodki točinih zrn nastajajo na večjih zmrznjenih kapljicah in se dvigajo z vzporskimi tokovi v višje, hladnejše dele oblaka ter na poti trčijo z manjšimi podhlajenimi kapljicami, ki v hipu primrznejo nanje. Na ta način zrna toče rastejo in ko dosežejo določeno višino, začno zaradi navzdol usmerjenih zračnih tokov padati, pri tem pa nadalje rastejo, ker na njih primrzujejo nove podhlajene kapljice. Proces dviganja in padanja takih zrn v oblaku se lahko večkrat ponovi in rezultat so večja in težja zrna. Ko ta dobijo zadostno težo, da

* Andrej Kranjc, dipl. inž., mag., Hidrometeorološki zavod SR Slovenije, Vojkova ul. 1b, 61000 Ljubljana

prevladajo vzponske tokove ali pa pridejo v glavni navzdol usmerjeni zračni tok nevihtnega oblaka, se vsujejo na površino zemlje.

Nevihte s točo se pojavljajo v večini primerov ob prehodih hladnih front, pri čemer navadno lahko ločimo večcelične in supercelične nevihte. Slednje se pojavljajo mnogo bolj poredko kot večcelične, so pa intenzivnejše, trajajo dalj časa in lahko napravijo veliko škode. Primer take supercelične nevihte je bilo neurje 29. junija 1982, ki je pustošilo po Sloveniji in Hrvaški v dolžini okrog 200 km.

Iz literature poznamo primer supercelične nevihte v ZDA, ki je okoli 10 ur trosila točo na poti, dolgi okoli 500 km. Tretja vrsta točonosnih neurij so enocelične nevihte, ki so navadno precej stacionarne in se razvijejo zaradi pregretosti tal. Večino neviht torej lahko klasificiramo v omenjene tri tipe, ostale pa so take, da jih ni možno opredeliti na ta način.

Toča povzroča škodo na raznih vrstah premoženja, npr. na stavbah, avtomobilih, predvsem pa na kmetijskih pridelkih. Od uničujočih vremenskih pojavov napravi kmetijstvu največ škode toča. Letne izgube v kmetijstvu po svetu, povzročene s točo, ocenjujejo na nekaj deset milijard dolarjev, povprečna letna škoda od toče v Sloveniji pa znaša po podatkih Zavarovalne skupnosti Triglav preko 180 milijonov din (povpr. za 6 let: 1977—1982).

Zaradi škod, ki jih povzroča toča, so se ljudje že od nekdaj skušali zavarovati. V zadnjih 20 do 30 letih se vse bolj uporabljajo metode obrambe pred točo, ki slonijo na znanstvenih dognanjih in izkoriščajo sodobne tehnične dosežke. Najuspešnejša metoda je tista, pri kateri dovajamo v ustrezne dele oblakov ledotvorna kondenzacijska jedra z raketami, nevarnost oblakov pa ugotavljamo z meteorološkimi radarji, ki so v zadnjem času računalniško vodeni. Kljub uporabi modernih pripomočkov in mnogim novim dognanjem na področju fizike oblakov pa strokovnjaki še niso uspeli nedvoumno dokazati učinkovitosti obrambe pred točo, čeprav je že precej tovrstnih poskusov dalo pozitivne rezultate. Glavni vzrok za to je, da je za točo značilna izredno velika časovna in prostorska spremenljivost, poleg tega pa je na tem področju, kljub mnogim dosedanjim spoznanjem, še veliko neznanega.

Razprostranjenost padanja toče

Slovenija leži v geografskem območju, kjer so za nastanek neviht in tudi toče ugodni klimatski pogoji. Seveda se toča javlja tudi v odvisnosti od orografskih značilnosti ter od bližine morij ali večjih jezer in zato je toča tudi v pasu zmernih in nižjih geografskih širin ponekod pogostejša, drugod redkejša. Tak značilen primer je pas, imenovan Hail ailey, ki se razteza preko celih ZDA v smeri S-J vzhodno ob Skalnem gorovju, kjer je toča pogosta in navadno precej debela.

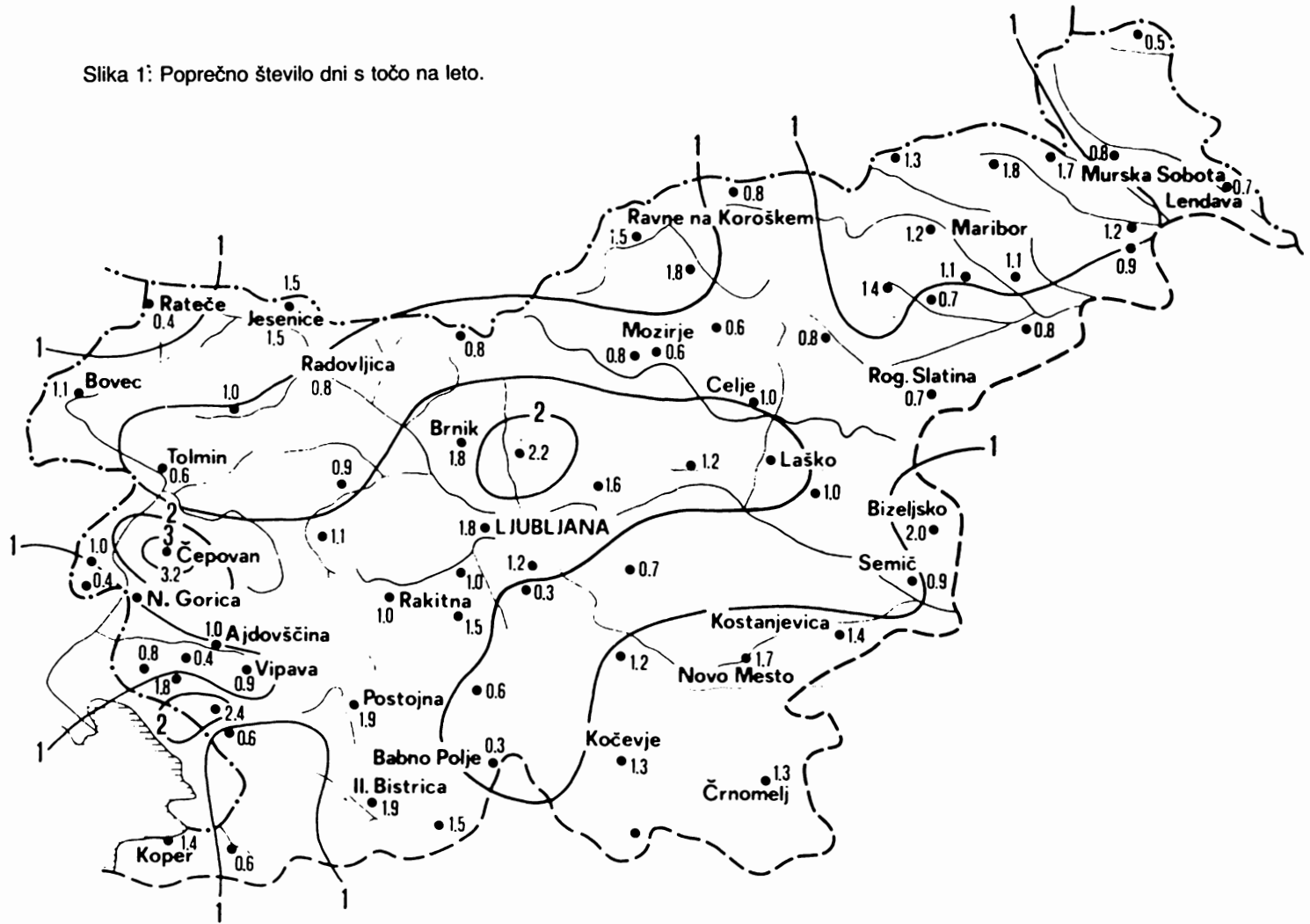
Omenili smo že, da pada toča navadno na ostro omejenih površinah. Tako niso redki primeri, da je pridelek na eni njivi uničen, na sosednji pa nedotaknjen ali celo, da gre ta meja preko ene same, manjše njive. Pasovi toče so v večini primerov široki nekaj sto metrov, izjemoma tudi več kilometrov, dolžina pasu pa je običajno enaka nekajkratni širini.

Toča lahko pada suha ali med dežjem. Slednja je navadno bolj redka in drobnejša ter tako ne napravi dosti škode. V nekaterih primerih pada toča med močnim neurjem z viharnimi vetrovi, ki rušijo stavbe in drevesa ter tako povzročijo dodatno škodo (npr. 12. avgusta 1980 na Štajerskem).

Pogostost toče v Sloveniji

Za prikaz pogostosti toče v Sloveniji smo uporabili 25-letni niz podatkov (1956—1980), in sicer za 75 postaj oziroma točk v naši republiki. Iz prikaza je izločenih 5 postaj, ki se nahajajo na več kot 1000 m n.m. in sicer: Kredarica (2514 m), Dom na Komni (1520 m), Pleša na Nanosu (1258 m), Rovtarica (1080 m) in Vojsko (1070 m), ker tam toča ne dela škode kmetijskim pridelkom. Iz 25-letnega niza smo za vsako postajo izračunali: povprečno število dni s točo na leto (slika 1), maksimalno število dni s točo na leto (slika 2)

Slika 1: Poprečno število dni s točo na leto.



in razmerje med povprečnim številom dni s točo in povprečnim številom dni z nevihtami (slika 3), kar bi lahko imenovali učinkovitost neviht, t.j. kakšen delež neviht v povprečju da točo.

Toča pada skoraj izključno v topli polovici leta, sodra pa v hladnejši polovici in niti takrat ne napravi znatnejše škode; da bi čimbolj zajeli samo točo, smo upoštevali samo mesece od maja do oktobra.

Slika 1 ne deli Slovenije na večja, zaključena območja z veliko oziroma majhno pogostostjo toče, ampak se ta območja precej prepletajo. Kot vidimo, je nekoliko večja pogostost na Dolenjskem okoli Novega mesta, okoli Ilirske Bistrice in Postojne, v pasu od Celja in Laškega preko Ljubljane proti zahodu skoraj do meje z Italijo, na Štajerskem in na manjšem področju na Koroškem. Vmes potekajo pasovi z manjšo pogostostjo, pod 1.0 na leto. Pri tem moramo vedeti, da številke ne predstavljajo samo močne točke, ki bi povzročila škodo, ampak je bila (praviloma) zabeležena vsaka toča, čeprav le nekaj cm na kvadratni meter. Tako nam ta slika pove, da v Sloveniji pravzaprav ni območja, ki bi bilo varno pred točo, vendar pa se ta ne pojavlja povsod enako pogosto. Katastrofalne točke, ki povzročijo velike škode, so dokaj redke, vendar tudi te ne nastopajo samo v enem delu Slovenije. Pri tem moramo upoštevati, da je katastrofalna toča mnogo bolj odmevna na področjih, kjer lahko povzroči veliko škode, to je tam, kjer so intenzivni nasadi ali izjemoma v večjih mestih (poškodovani avtomobili, razbite šipe), kot pa tam, kjer jo komaj kdo opazi.

Srednja vrednost, izračunana iz podatkov v povprečni pogostosti padanja toče za vse obravnavane postaje v tem 25-letnem obdobju, znaša 1.17 dneva s točo na leto na eni postaji.

Slika 2 (maksimalna letna pogostost toče) se nekoliko ujema s sliko 1, kjer večja povprečna pogostost pomeni tudi večje maksimalno število dni s točo na leto. Po povprečni pogostosti kot po maksimalnem številu dni s točo izstopa Čepovan, vendar postaje okrog njega kažejo, da ne gre za večje območje z zelo pogosto točo.

Slika 3, ki v odstotkih prikazuje delež neviht s točo, ne deli Slovenije na večja homogena območja. Kot pri predhodnih dveh parametrih, se tudi tu odražajo lokalni vplivi.

Slika 3 za predstavlo o ogroženosti Slovenije po toči ni tako pomembna kot prvi dve, saj so njene vrednosti odvisne od povprečnega števila dni z nevihtami v topli polovici leta.

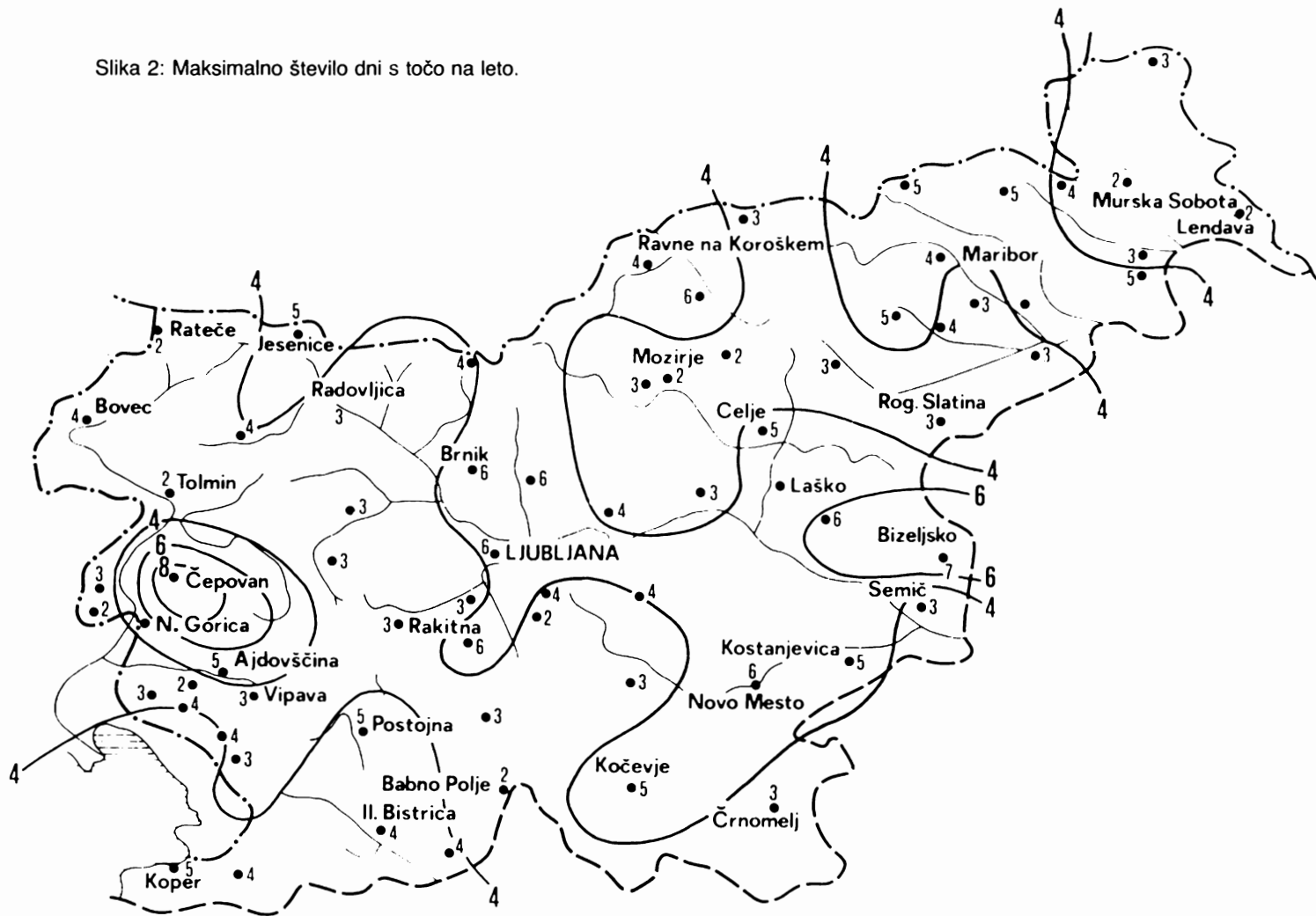
Ni povezave med nadmorsko višino merskih postaj in pogostostjo padanja toče. Toča pada 0.4-krat na leto v višini 864 m (Rateče-Planica), 377 m (Bmik) in 580 m n.m. (Šentgotard), pogostost 1.4 v višini 33 m (Koper) oziroma 1.5 v višini 937 m (Gomance). Podobno velja za maksimalno pogostost toče in učinkovitost neviht.

Na posebnem primeru naj prikažemo točo po mesecih. Uporabili smo podatke za 10 let (1973—1982), in sicer za področje s površino 250.000 ha v severovzhodni Sloveniji, kjer je organizirana obramba pred točo. Na tej površini je bilo takrat okoli 100 strelnih mest oziroma merskih točk, kar pomeni bistveno gostejšo mrežo kot drugod po Sloveniji (gl. slike 1, 2, 3) in zato tudi večjo verjetnost, da so zabeležene toče na manjši površini.

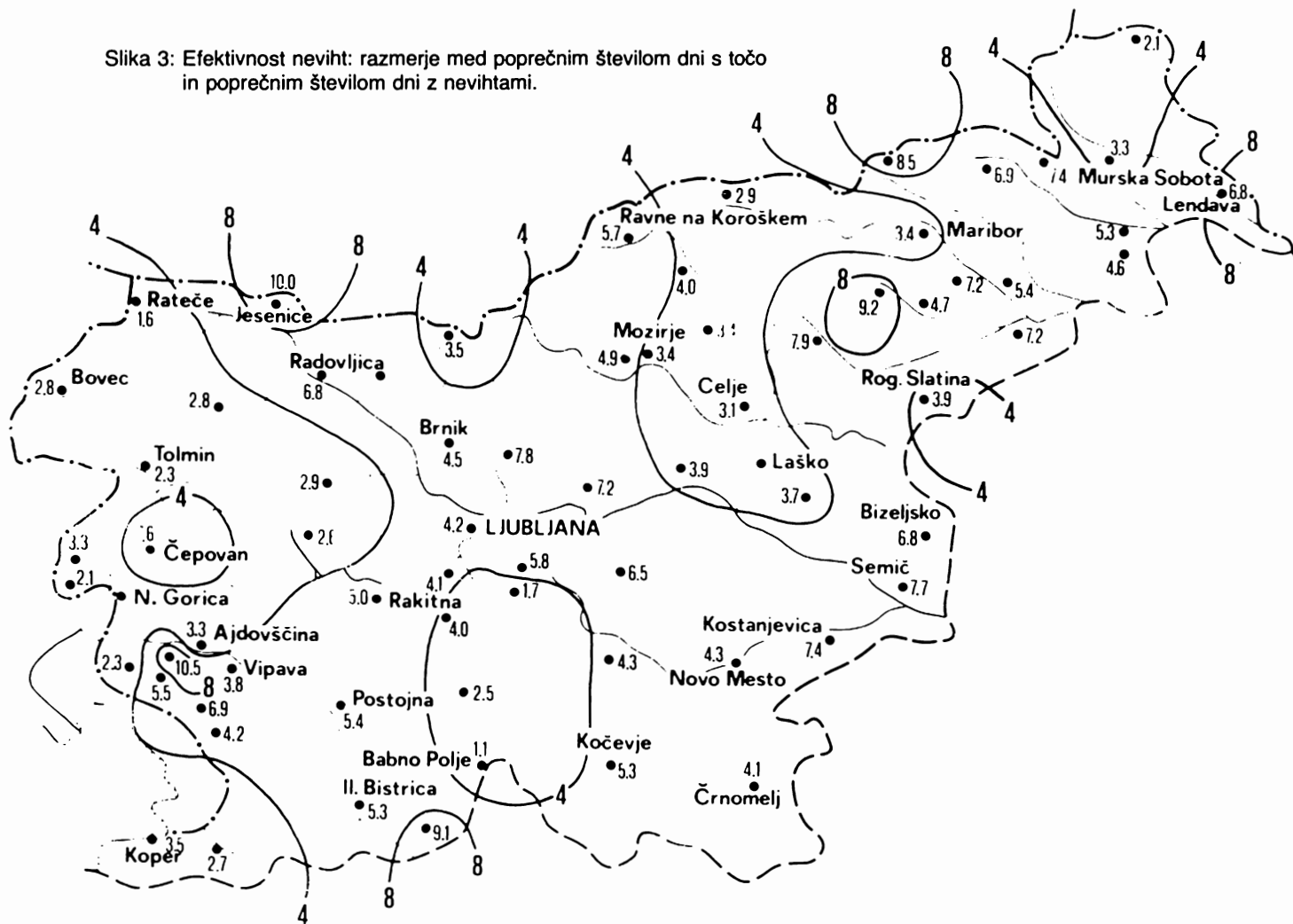
Tabela 1: Število dni s točo po mesecih (1972—1982) na branjenem območju v SV Sloveniji

Leto	maj	junij	julij	avgust	september	skupno
1973	3	3	6	1	2	15
1974	3	7	2	5	1	18
1975	5	5	12	12	2	36
1976	3	3	2	3	1	12
1977	2	3	3	3	—	11
1978	6	8	6	3	1	24
1979	1	9	9	3	—	22
1980	1	3	7	3	—	14
1981	2	2	2	1	1	8
1982	1	1	5	4	1	12
	27	44	54	38	9	172

Slika 2: Maksimalno število dni s točo na leto.



Slika 3: Efektivnost neviht: razmerje med povprečnim številom dni s točo in povprečnim številom dni z nevihtami.



Upoštevani so samo meseci maj—september; to je namreč čas, ko deluje obramba pred točo. Iz skrajne desne kolone je razvidno, da se število dni s točo iz leta v leto močno spreminja in to najbolj otežuje ugotavljanje uspešnosti obrambe pred točo. Iz spodnje, zbirne vrstice vidimo, da je v povprečju največ toče v juliju, nekaj manj v juniju in avgustu, še manj v maju, v septembru pa je redka.

Škoda v Sloveniji

Natančnih podatkov o škodi, ki jo povzroči toča, seveda nimamo. Skoraj edini kazalec teh škod so podatki zavarovalnic, ki izplačujejo odškodnine; Te pa izplačujejo odškodnine samo za premoženje, ki je zavarovano, kar pomeni, da ti podatki ne dajejo popolne slike. Zavarovanje in nato odškodnine obravnavajo posebej za kmetijske pridelke in posebej za ostalo premoženje. Višina odškodnine seveda še ne pove, s kakšno intenzivnostjo je padala toča (gostota — število zm na m², debelina zm), saj bo odškodnina pri enako intenzivni toči mnogo višja za vinograd ali intenzivni sadovnjak kot pa npr. za enako veliko površino polja s koruzo ali krompirjem. Poleg vrste kulture pa vpliva na škodo tudi faza v razvoju kulture.

V tabeli 2 vidimo, da se, tako kot sama pogostost toče, tudi odškodnine za škodo iz leta v leto močno spreminjajo. Pri tem najbolj izstopa leto 1982 (od tega okoli 380 milijonov din za škodo v Savinjski dolini), čemur je botrovala že v uvodu omenjena dolgoživa supercelična nevihta dne 29. junija. V povprečju je bilo v tem obdobju letno izplačanih iz tega naslova blizu 184 milijonov din.

Tabela 2: Izplačane odškodnine za škodo po toči na kmetijskih pridelkih v SR Sloveniji za obdobje 1977—1982 pri Zavarovalni skupnosti Triglav

leto	izplačane odškodnine
1977	77.500.000 din
1978	156.000.000 din
1979	115.600.000 din
1980	190.000.000 din
1981	128.300.000 din
1982	435.300.000 din

Podatkov o odškodninah za škodo po toči na drugem premoženju za to obdobje ni. Za ilustracijo navajamo le podatke o vsoti odškodnin za 5-letno obdobje 1974—78:

- izplačane odškodnine za kmetijske pridelke: 298.843.600 din
- izplačane odškodnine za drugo premoženje: 60.238.300 din

Odškodnin za kmetijske pridelke je bilo okoli petkrat več kot za ostalo premoženje; to razmerje se seveda spreminja, v večini primerov pa je še večje kot je bilo v tem obdobju. Zato dobimo dovolj dobro sliko o ogroženosti Slovenije po toči, če obravnavamo samo poškodbe na kmetijskih kulturah.

Primeri hudih toč v Sloveniji v zadnjih letih

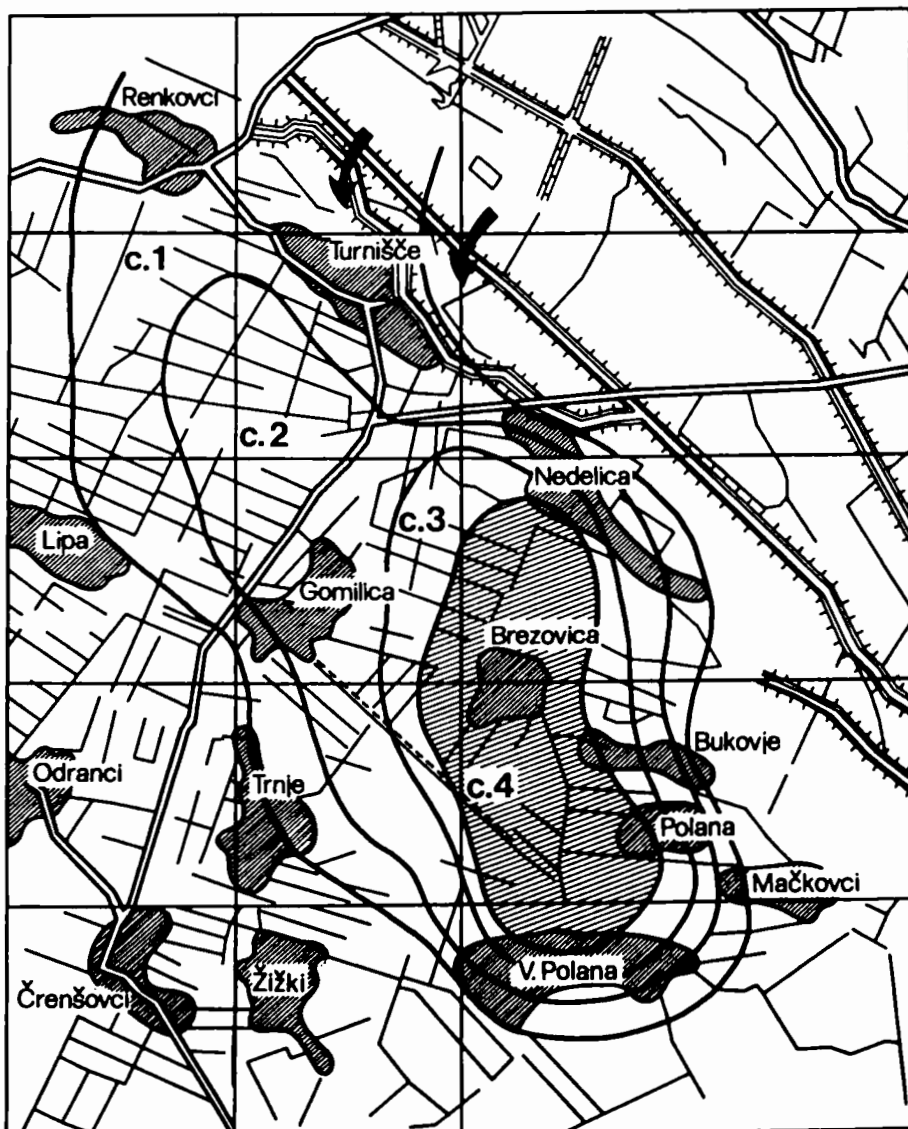
13. julij 1978. Neurje med 14. in 15. uro je v severovzhodni Sloveniji prizadelo sadjarsko-vinogradniško področje, veliko približno 10×40 km. Pomikalo se je od SZ proti JV in je na velikih površinah popolnoma uničilo pridelek. Dosti škode so povzročili tudi nalivi in vihar. Največ škode je bilo ob meji z Avstrijo.

Ob 15. in 18. uri (v dveh valovih) so pustošile nevihte na Gorenjskem. Zajele so dolg, ozek pas v smeri Tržič—Preddvor—Cerklje—Depala vas—Zalog, tako da je bila dokaj močno prizadeta tudi širša (vzhodna) okolica Ljubljane. V Cerkljah je bilo po neurju na tleh 10 cm na debelo toče.

Močno neurje s točo je prizadelo tega dne tudi del Primorske, od Tolmina do Nove Gorice, najbolj pa Kanalsko dolino. Največ toče je bilo v severozahodnih Brdih.

18. julij 1978. Toča je v Pomurju tik pred žetvijo popolnoma uničila polovico pšeničnih polj in nekatere druge kulture (npr. koruzo). Prizadete so bile soboška, lendavska in radgonska občina.

19. julij 1978. Neurje s točo je zajelo skrajni zahodni del Slovenije. Prizadelo je predvsem spodnje Posočje in zahodni del Goriških Brd. Toča je bila debela kot lešnik in škoda bi bila znatno manjša, če ne bi bilo močnih sunkov vetra.



Škoda toče — 7. julija 1979 v Prekmurju. Številke na sliki pomenijo stopnjo poškodb na rastlinstvu

Noč od 12. na 13. junij 1979. Katastrofalno neurje s točo in močnimi vetrovi je pustilo na območju občine Šentjur pri Celju. Popolnoma ali delno je bil uničen pridelek na površini okoli 6000 ha. Zrna toče v srednjem delu poškodovanega območja so dosegla velikost kurjega jajca.

27. julij 1979. Osrednji ravninski del Prekmurja je zajelo hudo neurje s točo. Padala je suha toča do debeline manjših marelic. Ponekod je bilo na tleh do 15 cm na debelo. Dosti škode je bilo na sončnicah, koruzi, krompirju in kmni pesi. Žetev je bila na srečo že opravljena. Kot primer prikaza posledic toče prilagamo karto prizadetega območja (slika 4). Številke pomenijo cone glede na stopnjo poškodb rastlin.

4. avgust 1979. Neurje je zajelo dobršen del gorenjskih ravnin pod Storžičem in Krvavcem. Veliko škode je bilo na obdelovalnih površinah, pa tudi na sadnem drevju in na zgradbah.

Toča je bila robata od velikosti kurjih jajc in je razbijala strešnike, fasade, rolete, na rastlinah pa je povzročila pravo opustošenje. Poleg tega je veter podiral sadno in gozdno drevje, odkrival strehe in prevračal kozolce.

4. avgust 1980. Močno neurje je v popoldanskem času pustošilo po Apaškem polju in v porečju Ledave na Goričkem. Ujma, ki je zajela sevemo obrobje Slovenskih Goric, se je razbesnela v predelu Sladkega vrha ter nadaljevala pot po Apaški dolini. Divjala je nato preko avstrijskega ozemlja ter zajela porečje Ledave od vasi Cankova v okoli 10 km širokem pasu in ponehala šele pri madžarski meji.

Veliko škode je povzročil poleg toče tudi orkanski veter, ki je v sunkih dosegel hitrost 100 km/h in več. Mnogo škode je bilo na kmetijskih pridelkih in na zgradbah, cestah, električnih objektih in v gozdovih.

12. avgust 1980. Približno 2 uri in pol je divjalo nad severozahodnim delom Slovenskih Goric hudo neurje s točo, ki je povzročila strahotno opustošenje južno in jugovzhodno od Jarenine do vasi Pimiče, na površini 4×12 km. Drugod, kjer je tudi padala toča, t.j. oč avtrijske meje (Svečina, Šentilj) do naselja Hrastovec na jugu, je bilo škode znatno manj.

Ujmo je spremljal veter, ki je ruval starejše drevje in povzročal poškodbe na poslopjih. Toliše škode na kmetijskih površinah ni bilo na Slovenskem že vrsto let. V osrednjem, najmočnejše prizadetem področju je padala toča, debela do 7 cm.

29. junij 1982. Prvo neurje se je razbesnelo na Kozjanskem in v okolici Velenja okoli 17. ure ter se pomikalo proti jugovzhodu, do meje s Hrvaško in še naprej. Drugo neurje se je začelo malo pred 19. uro na Gorenjskem, v okolici Kranja in se prav tako pomikalo proti jugovzhodu, vendar le okoli 45 km. V obeh primerih je spremljal točo in nalive močan veter (na Brniku so mu izmerili hitrost do 40 m/s, kar je čez 140 km/h). Toča je ponekod dosegla debelino kurjih jajc in je povzročila ogromno škode na kmetijskih pridelkih, ki jih je na velikih površinah popolnoma uničila, in na ostalem premoženju.

Literatura

- Arhiv Hidrometeorološkega zavoda SR Slovenije, Ljubljana
Borko, M., 1983, Informacija o vzpostavitvi in izvajanju obrambe pred točo. Hidrometeorološki zavod SRS, Ljubljana
Kranjc, A., Divjak, M., 1983, Meteorološko poročilo o obrambi pred točo v severovzhodni Sloveniji za leto 1982. Hidrometeorološki zavod SR Slovenije, Ljubljana
Podatki Zavarovalne skupnosti Triglav, Ljubljana

S u m m a r y
Threat by hail in Slovenia
Andrej Kranjc

Conditions for hail formation and hail growth process as well as geographical zones with hailfall are discussed. Hail suppression is mentioned in the foreword; many countries carry it out now while its efficiency hasn't been yet established or confirmed everywhere. On the average, hailfall in Slovenia is appearing spatially rather uniformly, although some places differ somewhat; big differences, however, are in the hailfall distribution from year to year. As far as monthly distribution is concerned, most hail falls in July, somewhat less in June and August, still less in May while in September hail seldom falls. Every year hail causes big losses in Slovenia, mostly on crops. In the last 5 years the Insurance Company Triglav paid yearly on the average about 180 million dinars for crop damage in Slovenia.

At the end of the paper is a review of hailfalls in Slovenia causing big losses in the last 5 years.

POGOSTOST NEVIHT S STRELO NA SLOVENSKEM

Marjan Gliha-Vavpotič*

V Elektroinštitutu »Milan Vidmar« v Ljubljani je bila izdelana na podlagi vremenskih opazovalnic izokeravnična karta za dobo 1955—1975 (karta 1). Osnovna je slušna zaznava groma. Zahodna gorata Slovenija ima na karti 40—60 nevihtnih dni, večina Slovenije pa 30—40 dni. Od leta 1967 delujejo na desetih postajah posebni avtomatski registratorji (števcji) električnega praznjenja. Na koncu članka so formule za izračun števila udarov strele v zemljo na km²/letno.

Uvod

Strele je kot »nebeški ogenj« že v pradavnini zašla v bajeslovje starih ljudstev. Iz nepojmljivih vzrokov nastajajoča in strah vzbujajoča, je kmalu postala simbol božanstva in moči. To nam dokazuje npr. znamenita svetopisemska skrinja zaveze v starem Izraelu, nadalje sumerjska boginja Carpanit (okrog 2.500 let pred n. š.), hetitski bog vremena Tečup (okrog 900 let pred n. š.) itd. Poznan je kip Zeusa kot metalca strel, prav tako je čudovita tudi umetnina v obliki sedečega tibetanskega Bude, ki drži v desnici snop strel in so ga imenovali Vajrasattva (nosilec strele). Strele je kot simbol moči razjarjenega gromovnega božanstva le rahlo spreminjala nebistvene podrobnosti, v bistvu pa prinesla mistično obdobje srednjeveškega samostanskega znanstvenega udejstvovanja prav do praga 18. stoletja. Tudi nevihta je pri nas ujma. Nenevarna, če samo grozi in lahko zelo nevarna, če udari strele.

Angleški raziskovalec Wall je prvi med eksperimentiranjem s statičnoelektrino v letu 1708 izrekel domnevo, da je prasketanje in svetlikanje zelo podobno pojavom med nevihto. Strele je končno iztrgal iz rok božanstev šele znameniti fizik in diplomat iz Philadelphije, Benjamin Franklin. Njegov slovit in drzni predlog kraljevi družbi (Royal Society) v Londonu pod imenom Sentry Box Experiment v letu 1750 je sprožil v znanstvenem svetu val poskusov in opazovanj. Žal je bilo vmes tudi nekaj smrtnih primerov, npr. prof. Richmann na Akademiji znanosti v takratnem Petrogradu.

Najiminenitnejši poskus te vrste je bil v Marlyju pri Parizu 10. maja 1752. Iz spodnjega konca navpično in izolirano pritrjene železne palice so med nevihto preskakovale iskre proti zemlji. S tem je bila vzročna zveza med elektriko in strelo dokazana.

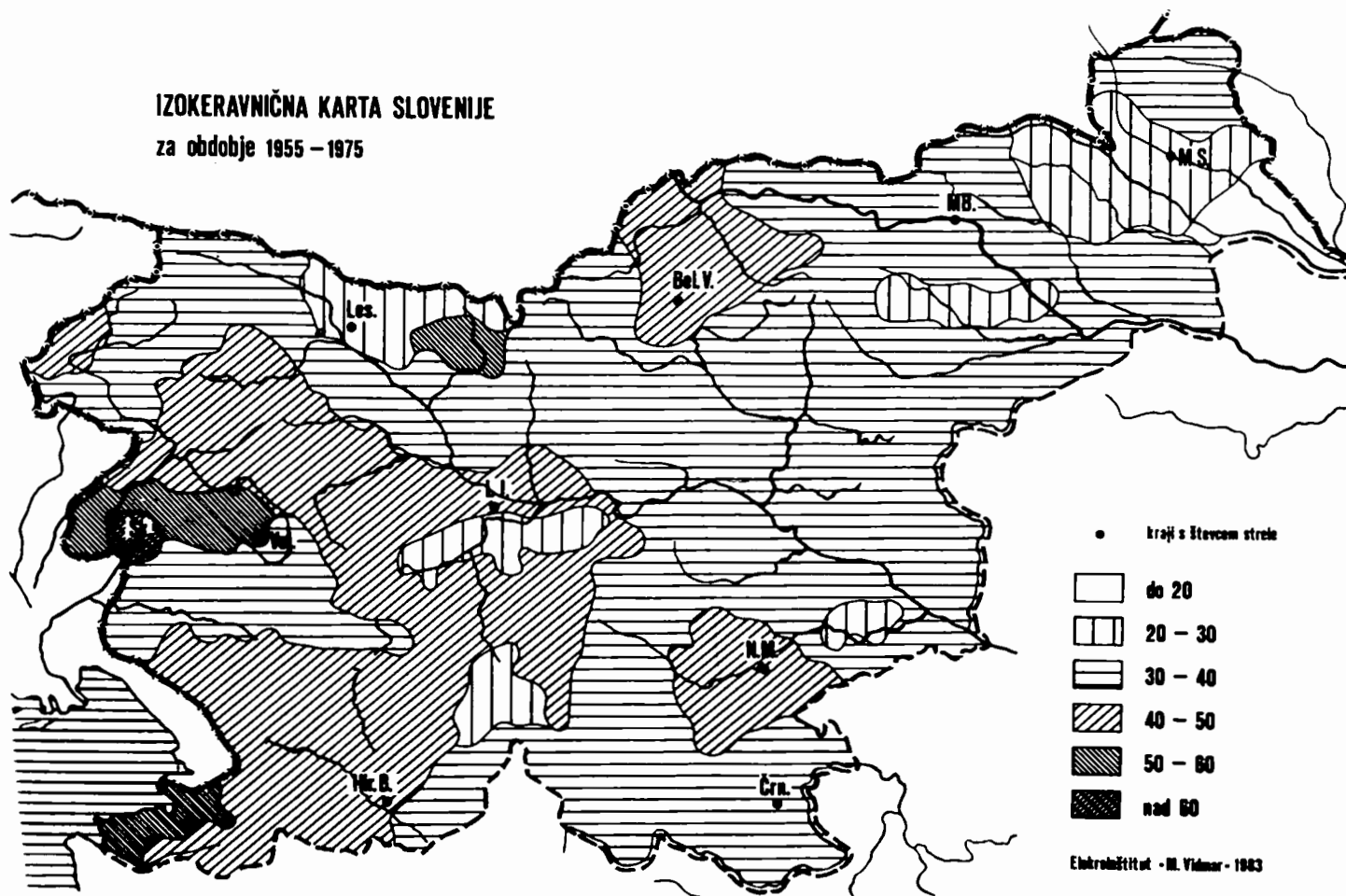
Strel vodovi po vzorcu Franklina so konec 18. stoletja zašli celov modo. Ženski klobuki in celo dežniki so imeli vgrajene lovilne konice. Te so bile na pokrivalih spretno prikrite med nojevimi peresi in drugimi okraski, iz klobuka pa je visela zvita dolga kovinska vrvica, ki se je vlekla po tleh za elegantno stopicajočo svetovljanko.

V 19. stoletju se znanost za vzroke strel ni zanimala. Postavljanje strel vodov se je razširilo po vsej zemeljski obli in to je bilo tudi vse.

Začetek 20. stoletja je prinesel mnogo svežine v raziskovanju nastajanja neviht, poteka in pogostosti neviht, jakosti udarnih tokov, strmine udarnih tokov, prenapetosti, časa trajanja razelektrenja, itd. Fiziki, meteorologi, geologi, elektrotehniki in drugi so imeli

* Marjan Gliha-Vavpotič, dipl. inž., Elektroinštitut »Milan Vidmar«, 61000 Ljubljana, Hajdrihova 2

IZOKERAVNIČNA KARTA SLOVENIJE
za obdobje 1955 – 1975



in imajo še danes polne roke dela. Gotovo je ta val raziskovanj nevihtnih pojavov dvignila na višji nivo prav uporabna elektrotehnika.

Nekako v tistem času so se namreč pojavili Teslovi trifazni sistemi. S temi in s transformatorjem je prenos električne energije našel svojo pravo osnovo. Večale so se prenešene moči in razdalje, višale so se napetosti in s tem vred žal tudi vse nevspečnosti zaradi neviht in strel na elektroenergetskih napravah.

Izokeravnična karta Slovenije

Na Elektroinštitutu »Milan Vidmar« se dobro zavedamo, da so udari strel velikega gospodarskega pomena. Pred leti smo zato na podlagi podatkov meteorološkega zavoda SRS pripravili izokeravnično karto Slovenije. To je za načrtovalca človekovega okolja izrednega pomena, saj daje dragocene podatke, katerim področjem, ki so nevarno izpostavljeni strelam, se je priporočljivo izogniti, kolikor pa to ni možno, zavestno pooprstiti zaščitne ukrepe.

Po mednarodni definiciji meteorologov je nevihtni dan tisti, ko v 24 urah zaslišimo vsaj eno grmenje. Ena izmed osnovnih metod registracije nevihtnih pojavov je slušna ali audio metoda. Na podlagi zaznave groma so bile izdelane že številne izokeravnične karte za večja in manjša področja. Izokeravnična karta je zemljevid s črtami, ki povezujejo kraje z istim številom nevihtnih dni na leto. Pomanjkljivost te metode je v nezaznavanju šibkega ali bolj oddaljenega grmenja. Nadalje je točnost te metode odvisna še od vrste drugih okolnosti, med katerimi je najvažnejša vestnost opazovalca.

Da bi dobili čim realnejšo izokeravnično karto Slovenije, dobljeno po audio metodi, smo takoj na začetku izdelave ubrali podatke za čim daljše obdobje in upoštevali rezultate le tistih opazovalnih postaj, ki premorejo zanesljive podatke.

Na razpolago smo imeli rezultate 120 opazovališč, vendar smo jih zaradi očitnih netočnosti 27 izločili. Iz ostalih 93 smo sestavili izokeravnično karto za opazovano obdobje od leta 1955 do leta 1975. Tako je na sliki 1 prikazana karta Slovenije z vrisanimi ocenjenimi izokeravničnimi nivoji za 22-letno poprečje. Iz karte je razvidno, da zajema največji del Slovenije področje s 30 do 40 nevihtnimi dnevi v letu. To področje se razprostira od južne preko centralne Slovenije na vzhod, hkrati pa se kot jezik širi po Savski dolini proti zahodu. Najbolj nevihtno ogrožen je gorati zahodni del Slovenije s 40 do 50 nevihtnimi dnevi, ki doseže svoj maksimum na gori Skalnici nad Novo Gorico z nad 60 nevihtnimi dnevi na leto. Okolica Brd in Trnovski gozd imata 50 do 60 nevihtnih dni.

S planimetriranjem smo določili velikosti posameznih področij z različnim številom nevihtnih dni v letu, in sicer v odstotkih celotne površine Slovenije. Rezultati so naslednji:

do 20 nevihtnih dni v letu	1,3%
21 do 30 nevihtnih dni v letu	10,4%
31 do 40 nevihtnih dni v letu	57,8%
41 do 50 nevihtnih dni v letu	3,3%
nad 60 nevihtnih dni v letu	0,3%

Števci atmosferskih praznenj

Da bi dobili boljši pregled ogroženosti posameznih delov Slovenije, smo se pred leti v EIMV odločili, da začnemo z registracijo atmosferskih praznenj s pomočjo številnih naprav, ki nam dajejo veliko boljše rezultate.

Že v letu 1967 smo postavili elektronske števce z ustreznimi antenskimi napravami v meteoroloških postajah: Ljubljana, Maribor, Murska Sobota in Skalnica nad Novo Gorico. Do leta 1976 so bili rezultati zaradi težavne konstrukcije zelo pomanjkljivi in zato neuporabni. Po letu 1976 pa smo opremili postaje s sodobnimi tranzistorskimi števci in organizirali redno dnevno opazovanje. Do leta 1982 smo naredili še nekaj izboljšav na števcih in

postavili 10 opazovalnih oziroma merilnih mest. Sedaj imamo števec v naslednjih krajih: Bele vode nad Šoštanjem, Črnomelj, Ilirska Bistrica, Lesce, Ljubljana, Maribor, Murska Sobota, Novo mesto, Skalnica nad Novo-Gorico, Vojsko nad Idrijo.

Dolžina opazovanega obdobja je naslednja: 7 let na postajah: Ljubljana, Maribor, Murska Sobota, Novo mesto, Skalnica; 4 leta na postaji Bele vode; 2 leti na postajah: Črnomelj, Ilirska Bistrica, Lesce, Vojsko.

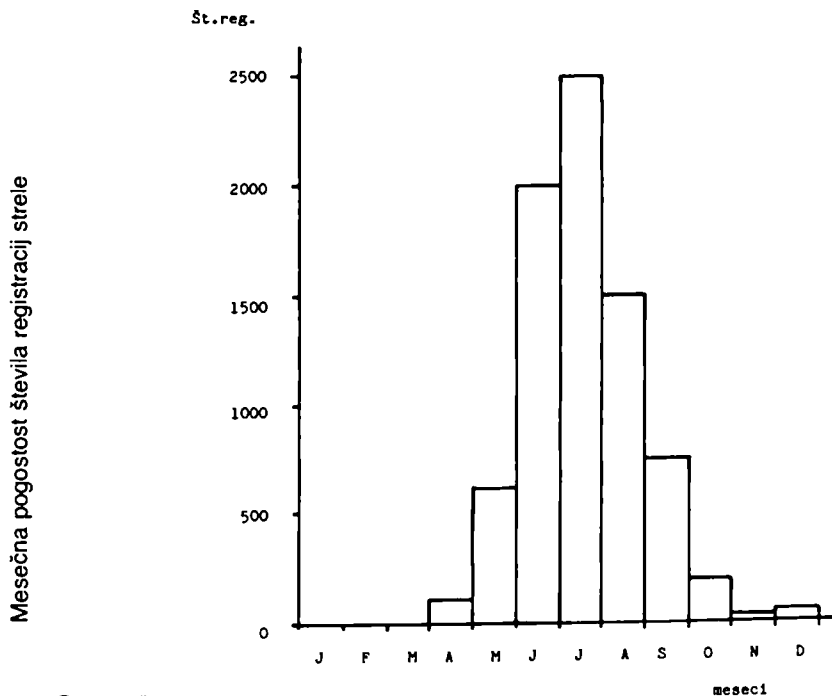
Srednja vrednost letnega števila registracij je naslednja (v oklepaju je doseg števca v kilometrih):

Bele vode 7405 (4,8), Črnomelj 6922 (4,6), Ilirska Bistrica 4678 (3,0), Lesce 7450 (4,8), Ljubljana 7802 (5,1), Maribor 6185 (4,0), Murska Sobota 5843 (3,8), Novo mesto 14.139 (9,2), Skalnica 33.772 (22), Vojsko 12.850 (8,4).

Že od nekdaj je znano, da je največ nevihit poleti in najmanj pozimi. V poletnih mesecih junij, julij in avgust je 75% vseh praznitev, v jesenskih: september, oktober in november 13%, v zimskih: decembru, januarju in februarju 1%, in v pomladanskih: marec, april in maj 11% praznitev. Primer za Ljubljano je naslednji (grafično prikazano na sliki 2): januar 0—5, februar 0—5, marec 0—10, april 100, maj 600, junij 2000, julij 2500, avgust 1500, september 750, oktober 200, november 40, december 50.

Podatek za december je vsekakor presenetljiv, saj ima višje število praznitev kot november. Glede na to, da gre za 7-letno povprečje, podatek ni slučajen.

Daljše opazovanje bo dalo zanesljivejše dolgoletne povprečke.



Ogroženost objektov

Kaj nam pomenijo podatki, ki jih dobimo s števci? Že samo ime števec atmosferskih praznjenj pove, da to ni števec udarov v zemljo. Šteje praznjenja med oblaki ter oblaki in zemljo. Zato je potrebno od števila praznitev izluščiti posamezne komponente. Važen dejavnik pri tem je efektivni doseg števca za posamezne praznitve. Iz daljše izpeljave pridemo do končne enačbe za število udarov v zemljo na en kvadratni kilometer v enem

letu. Enačba se glasi: $N_Z = A/K$, pri čemer je K konstanta in A število registracij v enem letu.

Razčlenimo še konstanto K : $K = \pi (R_Z + N_O/N_Z \cdot R_O)$, pri čemer je: R_Z efektivni polmer števca za udare v zemljo, R_O efektivni polmer števca za udare med oblaki, N_O/N_Z je razmerje gostote udarov med oblaki na 1 km^2 v enem letu in gostote udarov v zemljo na 1 km^2 v enem letu.

Zgornje vrednosti so za posamezne števce konstantne. Odvisne so od različnih okoliščin in jih lahko ocenimo.

Konkreten primer za izračun števila udarov v zemljo za Ljubljano bi se glasil:

a) podatki: povprečno skupno število registracij na leto $A = 7800$, geografska širina 46° , $R_O = 10 \text{ km}$, $R_Z = 15 \text{ km}$,

b) izračun: $N_O/N_Z = (0,1 + 0,25 \sin)^{-1} - 1 = 2,57$; $K = 1514 \text{ km}^2$, $N_Z = 5,15 \text{ (km}^2 \text{ na leto)}^{-1}$.

Za opazovalne postaje s števci smo izračunali približne srednje vrednosti za število udarov v zemljo N_Z :

Bele vode 4,8, Črnomelj 4,6, Ilirska Bistrica 3,0, Lesce 4,8, Ljubljana 5,1, Maribor 4,0, Murska Sobota 3,8, Novo mesto 9,2, Skalnica 22,0, Vojsko 8,4. Ti podatki so geografsko prikazani na sliki 3.

Kako ugotovimo verjetnost udara strele v nek objekt? Najprej moramo na osnovi dimenzij objekta ugotoviti njegovo efektivno strelino površino. To je površina, ki si jo zamislimo, če iz najizpostavljenjših točk zarišemo kroge površine s premerom krogle r_s — strelina udara razdalja. Premer krogle izračunamo na osnovi pričakovanega strelinoga toka. Enačba za r_s se glasi: $r_s = 8,5 \times I^{2/3}$, kjer je r_s v metrih, če vstavimo I v kiloamperih.

Če računamo s tokom 8 kA, je pri tem zajeto 99% vseh udarov. Ko dobimo efektivno strelino površino v km^2 , lahko ob uporabi znane vrednosti za N_Z izračunamo število udarov v ta objekt v enem letu.

Poglejmo primer za zgradbo v Ljubljani z dimenzijami: $a = 16 \text{ m}$, $b = 13 \text{ m}$, $h = 18 \text{ m}$, $I = 10 \text{ kA}$ in $N_Z = 5,1$.

Efektivna strelina udara razdalja znaša $r_s = 40 \text{ m}$. Efektivna strelina površina je $S = 19,5 \times 10^{-3} \text{ km}^2$. Število udarov za ta objekt v enem letu torej znaša $N = 0,1$.

V delu EIMV je izokeravnična karta Slovenije na osnovi merilnika toka strele in naprave za ugotavljanje mesta udarov v zemljo. Šele tedaj bomo ob pomoči statistike dobili realno izokeravnično karto.

Literatura

- Anderson, R. B., Eriksson, A. J., 1980, Lightning Parameters for Engineering Application. Electra, št. 69.
Gliha-Vavpotič, M., 1983, Izokeravnična karta Slovenije. Poročilo za obdobje 1976—1982, Elektroinštitut »Milan Vidmar«, ref. št. 881, september, Ljubljana
Golde, R. B., 1980, Lightning 1 in 2. Academic Press, London, New York, San Francisco
Kokalj, D., Gliha-Vavpotič, M., Statistična obdelava podatkov o registriranju udarov strele s števci. Elektroinštitut »Milan Vidmar«, ref. št. 702-I/II/III/IV/V
Pišler, E., 1978, Lightning Flash Counter V-03. UURIE 102 Uppsala Universitet, Institutes für Högsänningsforskning, Uppsala
Prinz, H., 1961, Der Litz in Mythos. Kunst und Wissenschaft, Elektrizitätswirtschaft

Summary Frequency of Thunderstorms in Slovenia Marjan Gliha-Vavpotič

In its introduction the article outlines the historical background of lightning observations and explains the accompanying phenomena. It is then concerned with the frequency of thunderstorms in Slovenia and illustrates them on a map of Slovenia in which regions with different isokeravnic levels are marked. The attention is also paid to a more advanced approach to lightning observations and to the obtained results that are encouraging the continuation of investigations.

LJUDSKA ZAZNAVA OGROŽENOSTI TER ZNANJE O POTRESIH IN POPLAVAH

(NA PRIMERU JUŽNEGA ROBA LJUBLJANE)

Ivan Gams,* Tomaž Cunder**

Opisano je zaznavanje in vedenje o potresih in poplavah, ugotovljeno z anketiranjem jeseni leta 1983. Znatno del prebivalstva je pripravljen pomagati k sanaciji domov in okolice.

Osnova tega članka je anketiranje, ki je bilo opravljeno jeseni 1983 na južnem robu Ljubljane. Anketa je zajela sto oseb iz naslednjih delov: Ljubljana-Kozarje-Dolgi most, Cesta dveh cesarjev, Mestni log, Murgle, Sibirija, Rakova jelša, Ižanska cesta, Ilovica, Peruzzijska ulica in Lavrica. Za primerjavo je bilo dodano nekaj oseb iz Črne vasi, Lip in Verda pri Vrhniki.

Domovi anketirancev stojijo na naplavinah, barjanskih ilovnato glinastih tleh in domala vsa so v obsegu katastrofalnih poplav. O tem priča tudi za tisk pripravljena karta Ljubljanskega barja v Inštitutu za geografijo AM ZRC SAZU. Anketiranega območja nismo raztegnili na vse dele Ljubljane, ki so bili poplavljeni leta 1926. Ponekod obseg katastrofalnih poplav danes ni jasen, ker so bile potlej opravljene regulacije vodnih tokov in ker ne vemo, ali je kdaj kasneje priteklo na Barje toliko vode kot takrat. Po seizmični karti, objavljeni v tem zborniku, je anketirano območje 9° MSC. K tako visoki stopnji potresne ogroženosti prispevajo tudi nestabilna tla. Samo zaradi njih je potresna nevarnost za 1° MSC večja kot na produ.

Velika večina anketiranih domov je bila zgrajena v tem stoletju. Prej so se naseljenci močvirskega in poplavnega sveta izogibali. Večina hiš je bilo zgrajenih »na črno« ali »na sivo«. Sedanji anketiranci so večinoma prvi stanovalci hiš. Odgovorili so, da jih v sedanji hiši biva do pet let 13%, 5—10 let 24%, 10—20 let ena četrtina in več let 38%. Razmeroma malo vredno zemljišče je bilo ob nakupu poceni. Razen v Murglah je zato pritegovalo večidel manj premožne graditelje. To se vidi tudi iz odgovorov o šolski izobrazbi: osnovno šolo je končalo 30%, poklicno šolo 46%, srednjo 20%, višjo 3% in visoko 1%. 18% vprašanih ni Slovencev. 54% vprašancev je moškega spola in 94% je lastnikov hiše oziroma jo poseduje njihova družina. Povprašani so bili, razumljivo, odrasli, po možnosti starejši ljudje. Njihova starost je bila: do 20 let 2%, 20—40 let 59%, 40—60 let 29%, več kot 60 let 10%. Ker je bilo zemljišče razmeroma poceni, imajo skoraj vse družine svoj vrt in 39% ima obdelovalno zemljo. Čeprav stojijo hiše večidel na pilotih, zabitih v mehka tla, prevladuje enonadstropna gradnja (55%, pritličnih je 38%). Glede na socialni sloj so hiše razmeroma velike (31% jih ima v tlorisu nad 100 m²). Običajno nimajo kleti (88%), ker je talna voda blizu površja.

43% vprašanih je odgovorilo, da so bili pred gradnjo sedanjega doma seznanjeni z nevarnostjo potresa in o potresno neugodni podlagi. Toda 65% jih zdaj meni,

* Ivan Gams, dr., r. prof. FF, dop. član SAZU, Oddelek za geografijo, Aškerčeva 12, 61000 Ljubljana

** Tomaž Cunder, abs. geografije, Verd 64, Vrhnika

da se ne bi odločili za drug kraj, četudi bi takrat tam imeli na razpolago enake pogoje za gradnjo. Verjetno jim je pogodu bližina mestnega središča. Ker jih je 43% vedelo za potresno ogroženost, bi pričakovali vsaj enak delež pri odgovorih na vprašanje, ali je hiša potresno varno zgrajena. Toda 39% vprašanih je odgovorilo, da hiša pred potresom ni varna. Ena tretjina (32%) je izrazila pripravljenost, da bi dali na svoje stroške preurediti hišo tako, da bi bila potresno varna (60% jih je odgovorilo negativno in 8% nima določene stališča). Visok delež pripravljenih za utrditev hiše pomeni izziv družbi, da organizirano pristopi k ojačanju potresno nevarnih zgradb in k temu pritegne sredstva lastnikov hiš. S temi deli bi v primeru usodnih potresov zmanjšali žrtve in škodo. Te po potresu zrušene hiše bi od družbe zahtevale mnogo več sredstev za obnovo kot bi jih zdaj zahtevala ureditev temeljev, nosilcev ali zidov hiš, saj takrat lastniki ne bi zmogli tolikega prispevka kot danes.

Čeprav se večina vprašanih zaveda nevarnosti potresa, je na vprašanje »Ali kdaj pomislite na možnost katastrofalnega potresa?« pritrilno odgovorilo le 38%, odklonilno pa 21%. Zelo redko nanj pomisli 41%. Ti odgovori ne bi bili toliko zaskrbljujoči, če ne bi bile v teh krajih nekaj dni ali tednov prej protipotresne vaje civilne zaščite s široko publiciteto. Njihov učinek je zmanjševalo večinsko mišljenje prebivalstva, da take vaje niso nujno potrebne. Če bi prebivalci resno računali z možnostjo hudega potresa, bi bolj premislili, kako naj se ponašajo v primeru potresa. 86% vprašanih bi ob potresu zapustilo stanovanje. Pri tem deležu je potrebno pojasniti, da prevladujejo enonadstropne hiše in le 4% vseh domov, v katerih živijo vprašanci, je dvo ali več nadstropnih. Pri begu iz višjih stanovanj je veliko večja nevarnost, da vas glavni potresni sunek na poti zaloti še v hiši. Prevladujejo tudi vrtno hiše in torej ni tolike nevarnosti, kot je v ozkih ulicah, da bi na ubežnike padale opeke in drugi predmeti s strehe in zidu. Kljub povedanemu je delež teh, ki bi ob potresu zbežali iz hiše, prevelik in ni opravičljiv niti s pogostim mnenjem, da hiša ni potresno varno zgrajena. Sicer pa dilema, ob prvem tresenju zapustiti stanovanje ali ne, zavisi od konkretnih razmer in tudi od bližine epicentra potresa. Če je ta blizu, bo sekundo, dve pred glavnim tresenjem začelo ostro tresenje, ko padajo predmeti na tla. Med začetnim tresenjem in trenutkom, ko nas dosežejo najmočnejši dolgovalovni tresljaji, je v tem primeru premalo časa za beg iz stanovanja (Lapajne, 1983). Pri oddaljenih epicentrih je več časa med prvim, manj ostrim tresenjem, in glavnim potresom. Na odločitev za beg ali ne vpliva tudi ura. Če nas potres zbudi iz spanja, smo prvi hip manj sposobni za ustrezno ukrepanje pri begu.

Na vprašanje, ali bi stopili med potresom v stanovanju na varno mesto, je pritrilno odgovorilo le 55%. 14% vprašanih ni vedelo, kje naj bi to bilo. Tako znanje bi ob rušilnem potresu bistveno povečalo število žrtev. Na vprašanje, katera mesta v domu so potresno varnejša, se je 49% odločilo za podboje, 18,2% za stopnišče, 22% za pod mizo. Teh odgovorov ne moremo ocenjevati na splošno, ne da bi poznali dejanskih razmer po domovih. Podboji so res vami predvsem v nosilnih zidovih in če imajo betonsko preklado. Nenosilni zidovi se radi zrušijo s podboji vred. Če je stopnišče majhno, je kot vsak manjši prostor praviloma varnejše. Na splošno pa stopnišča pred potresom niso tako varna kot prostor pod masivnim pohištvom (mizo, posteljo ipd.). Zatočišče pod klopni in mizami je na primer v šolskih učilnicah edino hipno dosegljivo varnejše mesto, ki vzdrži manjše obremenitve.

Kot že rečeno, so bile malo pred anketiranjem protipotresne vaje civilne zaščite. Kljub temu 28% vprašanih ni vedelo, kako se glasi sirena, ki naznanja potres. Vprašali smo tudi, ali se pred katastrofalnim potresom javlja šibkejšo tresenje. Mislimo pri tem na šibkejši, ločen potres, ki se često javlja pred glavnim. Ker pa so vprašani morda predpotresni sunek (vorshock) zamenjali z začetkom glavnega potresa, je težko ocenjevati pravilnost mnenja, da se pred potresom praviloma javlja šibkejšo tresenje (51%). Odgovor, da ima katastrofalni potres več sunkov (49%), gotovo ni pravilen, kajti sledeči sunki po več urah

ali dneh, zlasti za tem z močjo 9° MCS, so navadno za dve ali več stopenj šibkejši in v našem primeru niso več rušilni (»katastrofalni«).

Nekaj naslednjih odgovorov zanima predvsem tiste, ki morajo skrbeti za civilno zaščito prebivalstva. Na vprašanje, kam bi ob potresu zbežali od doma, je navedlo cesto 24,4%, ulico 26,7%, dvorišče 27,9% in drugo mesto 20,9%. Na vprašanje, kaj bi vzeli s seboj, si sledijo: obleka (36%), dokumenti (13%), denar (12%), otrok (9%), hrana (2%); 26% ne bi vzeli ničesar. 11% vprašanih bi koga pustilo doma. 72% bi pred begom priprlo plin oziroma izključilo električni vod. 52% vprašanih se ne boji kraje in drugih prestopkov v zapuščenem domu (37% da). Na vprašanje, kje je zbirno mesto v primeru naravnih nesreč, so odgovarjali: sedež krajevne skupnosti (42%), gasilski dom (7%), postaja milice (7%), 35% pa jih za tako mesto ni vedelo. Če bi postalo stanovanje neuporabno, bi se 32% vprašanih preselilo v prikolico, 9% v vikend, 24% k znancem, 12% v zasilno družbeno stanovanje, 14% v barako, 7% pod šotor (drugo 2%).

Predno bi pregledali vprašanja o ogroženosti od poplav, je treba pojasniti, da stojijo domovi vprašanih v znatnem delu na pilotih, zabitih v barjanska tla, in da tam pred graditvijo doma navadno nasujejo tla, da niso tako mokrotna. S tem dvignejo hišne temelje in zmanjšajo nevarnost vdora vode v stanovanje. 24% vprašanih ima tla stanovanja manj od 10 cm nad okolico, 34% 10—20 cm, 19% 20—50 cm in 22% nad 50 cm nad neposredno okolico. Zaradi visoke talne vode ima svojo klet le 12 domov.

Da je v predelu, kjer bivajo, možna katastrofalna poplava, je odgovorilo 72 vprašanih, kar je celo za primer stoletne poplave prenizka številka. Po mnenju 51% vprašanih bi voda vdrla na dvorišče, v 15% mnenj bi voda vdrla v gospodarsko poslopje in v 17% v stanovanje. 28% vprašanih ve, da je zemljišče, kjer stoji hiša, že zajela poplava (59% ne in 13% jih nima svojega mnenja). Kljub temu s poplavo računa le 52% vprašanih.

Zavest o ogroženosti zaradi poplav je težko oceniti, ker stvama ogroženost zavisi od višine temeljev hiše in ker tudi sicer ne vemo, kako visoko bi segla voda ob stoletni poplavi zdaj, ko so spremenjene odtočne razmere vzdolž glavnih rek in potokov. 20% vprašanih je mnenja, da bi prodrla voda iz Ljubljane, 41,3% voda Malega grabna, 8,8% jih je navedla Iščico in 35% jih meni, da bi se dvignila talna voda. Na vprašanje, ali bi poplava delala škodo s stoječo ali deročo vodo, se je za slednjo odločilo 12,5% vprašanih. Večina teh odgovorov odpade na bližino Malega grabna. Po 68% odgovorov naj bi poplava zalila pot do doma. V 23 primerih bi poplava prekinila vodovodno oskrbo in v 15 primerih (vse po navedbah ljudi) dobavo elektrike.

53 domovom je voda že kdaj zalila greznico, 22 ne in 25 vprašanih ni vedelo odgovoriti. Na vprašanje: »Ali ste pripravljeni z delom ali finančnimi sredstvi pomagati, da bi bilo vaše območje bolj varno pred poplavami?« je pritrdilno odgovorilo 58% (odklonilo 32%, ostali so odgovorili: »mogoče«).

Zanimali smo se tudi za splošno znanje o naravnih nesrečah. Na vprašanje, kdaj lahko v Ljubljani pričakujemo katastrofalni potres, je navedlo 12% vprašanih 10 let, 29% 50 let, 20% sto let ali več (40% jih ni dalo ustreznega odgovora). Če so vprašani pri tem mislili na trenutni čas, ki je 98 let po zadnjem katastrofalnem potresu v Ljubljani, sta bliže resnici prva dva odgovora. Če pa so mislili na pogostost hudih potresov v zgodovinski dobi, je bliže resnici zadnji odgovor, pa še to v primeru rušilnega potresa 9° MCS. Slabši so seveda mnogo pogostejši. Na vprašanje: »Ali se bolj bojite potresa ali poplave?«, se je za potres odločilo 71 oseb in 29 za poplave. Na vprašanje, kaj vas najbolj vznemirja, je 35% vprašanih navedlo možnost potresa, 12% možnost poplave, 26% hrup, 24% onesnažen zrak. Če bi tako anketo opravili v mestnem centru ali ob vpadnicah, bi se jih gotovo več odločilo za hrup in onesnažen zrak. Te nevarnosti so v vsakdanjem življenju bolj prisotne kot možnost potresa ali poplave.

Zanimivi so odgovori na vprašanje, katere nesreče najbolj prizadenejo Slovenijo. Po vrstnem redu si sledijo: suša (34%), poplava (29%), požari (14%), pozeba (11%), potres

(9%), zemeljski (2%) in snežni plazovi (1%). Visok delež suše gre pripisati tudi letu 1983, ko je bila petdesetletna suša z izredno nizkimi vodami.

Velja pripomniti, da so dosedanja anketiranja po svetu ugotovila pomembne razlike v dojemanju NN v krajih, ki jih prav tako, kot južni rob Ljubljane, ogrožata potres in poplava (Geipel, 1977). Kolikšne so razlike pri dojemanju naravnih nesreč v Sloveniji, bodo pokazala nadaljnja anketiranja, predvidena v Oddelku za geografijo Filozofske fakultete v Ljubljani.

Naša pionirska raziskava javnega mnenja je dala naslednje glavne zaključke.

1. Ljudsko znanje o naravnih nesrečah, zlasti o smotnem ravnanju med potresom, je zelo pomanjkljivo. Če bi ga načrtno izboljšali, bi si z malo truda prihranili v primeru katastrofe precej žrtev in manjša bi bila škoda. Z načrtnjšo izobrazbo bi bilo potrebno začeti že v osnovni šoli.

2. Razmeroma velik del prebivalstva, ki ga ogrožajo potresi in poplave (podobno je domnevno tudi drugod v ogroženih predelih Slovenije), je pripravljen s finančnimi sredstvi in (ali) z delom pomagati, da bi bili njihovi domovi varnejši. Spričo te pripravljenosti bi družba v ogroženih območjih mogla organizirati v krajevnih skupnostih ali v občinah svetovalne službe za interesente, ki bi same ali s pomočjo strokovnjakov ocenile stanje domov glede na potresno varnost, pomagale z nasveti, načrti sanacije in z nabavo gradiv, vse z namenom, da bi napravili stanovanja varnejša. Vlaganja v to službo bi bila gotovo manjša od škode ob katastrofi, če stanja ne bi izboljšali. Kjer ni izgledov, da bi z rednimi, v ta namen zbranimi sredstvi v doglednem času odpravili nevarnost poplav, je misliti tudi na prispevek prebivalcev.

Literatura

- Lapajne, J., 1983, Potres v Ljubljani. Tipkopolis. Arhiv Seizmološkega zavoda SR Slovenije v Ljubljani
Geipel, R., 1977, Friaul. Sozialgeographische Aspekte einer Erbebenkatastrophe. Münchener Geographische Hefte, Nr. 40, Kallmünz/Regensburg.

Summary

People's perception of the threatened environment and the knowledge on the earthquake and flood (case study at the southern rim of Ljubljana)

Ivan Gams

The article deals with the perception of natural disasters at the southern rim of the Ljubljana settlement as it has shown the anqueting in autumn 1983. The settlement is situated on the flat morland of Ljubljana Barje (Moor). There an earthquake with 9° MCS in average of 120—140 years and more often floods can be expected. The houses are young, the social structure of the inhabitants is relatively low. The knowledge of the right behaviour during a disastous earthquake is especially deficient and therefore has to be improved. 32—58% of the respondents are willing to contribute their money and work to make their life more save.

ORGANIZIRANOST NAŠE DRUŽBE ZA PRIMERE NARAVNIH NESREČ

Milan Orožen Adamič*

Naravne nesreče niso le pomembno varnostno, temveč tudi izjemno pomembno ekonomsko vprašanje, ki zahteva organizirano in načrtno reševanje. O tem je večkrat razpravljala Skupščina SR Slovenije in sprejela ustrezne sklepe. Okrepila se je vloga civilne zaščite, narodne zaščite in drugih dejavnikov. Izdelan je bil enoten sistem ugotavljanja posledic naravne nesreče. Oblikovane so materialne rezerve in zgrajen je solidarnostni sistem financiranja odpravljanja posledic naravnih nesreč.

V Sloveniji se zavedamo, da različne naravne in druge nesreče stalno ogrožajo varnost, družbeno in zasebno imetje (razprave v zborih Skupščine SRS, Poročevalec, št. 9, 1982).

Samo v letu 1980 so poplave, požari in žled povzročili za okoli 4 milijarde dinarjev škode. To je več kot 1,6% vsega družbenega proizvoda SR Slovenije, ustvarjenega v tem letu. Naravne in druge nesreče so pomembno varnostno in tudi izjemno pomembno ekonomsko vprašanje, ki zahteva organizirano in načrtno reševanje. Ne moremo namreč biti ravnodušni ob dejstvu, da nam nesreče v precejšnji meri ogrožajo rezultate našega dela.

Zaradi pogostih najrazličnejših naravnih ali drugih nesreč in naraščanja njihovih škod je Skupščina SR Slovenije leta 1979 zadolžila Izvršni svet Skupščine SR Slovenije, da prouči umestnost obstoječih sistemskih rešitev varstva in zaščite pred naravnimi in drugimi nesrečami. V letu 1982 je Medresorska delovna skupina Izvršnega sveta Skupščine SR Slovenije objavila v Poročevalcu »Poročilo o delovanju enotnega sistema, odgovornosti in obveznosti ob naravnih in drugih nesrečah«.

Preventivni in drugi ukrepi za zaščito pred naravnimi nesrečami

V zadnjem času so bili doseženi precejšnji premiki zlasti na področju zaščite pred potresi, poplavami, točo, itd.

Temeljni nosilci civilne zaščite kot dela splošne ljudske obrambe in družbene samozščite so vsi delovni ljudje in občani. Poglavitni nalogi civilne zaščite sta predvsem zaščita in reševanje ljudi, materialnih, kulturnih in drugih dobrin ob naravnih in drugih nesrečah. Štabi civilne zaščite v miru sodelujejo pri načrtovanju in izvajanju preventivnih ter drugih ukrepov za zaščito pred naravnimi nesrečami. Civilna zaščita deluje v skladu z zakonskimi pooblastili oziroma pooblastili v načrtu civilne zaščite oziroma v skladu z določitvami pristojnih organov. Ukrepa ob množičnih naravnih in drugih nesrečah, pa tudi ob manjših nesrečah, če so posledice takšne, da jih pristojni organi in organizacije ne morejo odpraviti ob obstoječi organiziranosti.

Na podlagi sklepov Skupščine SR Slovenije je bila spodbujena široka aktivnost na področju razvoja in krepitve civilne zaščite. Zlasti so bile zagotovljene razmere za podružbljanje vseh vrst funkcij civilne zaščite v vseh organizacijah in skupnostih ter s tem

* Milan Orožen Adamič, mag., Geografski inštitut Antona Melika, ZRC SAZU, Novi trg 4, 61000 Ljubljana

hitrejši razvoj vseh vrst njenih priprav. Preseženo je pojmovanje, ki je v preteklosti močno oviralo priprave in delovanje civilne zaščite v miru, da je njena vloga predvsem reševanje ljudi in imetja ob vojnih razdejanjih. Aktivnejši odnos družbe do nje se kaže tudi v tem, da so se pomembno izboljšale njene grotne možnosti in pogoji dela. Tako je bilo na primer 1976. leta za priprave civilne zaščite v SR Sloveniji porabljenih 11% vseh sredstev, namenjenih za splošno ljudsko obrambo (razen za JLA), 1979. leta pa že 23,7%. Pri usmerjanju njenega nadaljnjega razvoja je bilo v ospredju tudi vodilo, da je treba organizacijsko kadrovsko sestavo, usposobljenost in opremljenost čimbolj prilagoditi razmeram okolja, kjer se organizira.

V obrambno-samozaščitno usposabljanje je bilo v zadnjem obdobju vključenih približno 400.000 občanov letno, vendar še ni na zadovoljivi ravni; predvsem je preveč splošno. Republiški sekretariat za ljudsko obrambo je začel načrtno izobraževati organizatorje usposabljanja ter predavatelje v občinah. V ta namen je bil zgrajen in deluje Republiški center za obrambno usposabljanje v Poljčah.

V enote in štabe civilne zaščite je bilo v Sloveniji 1979. leta vključenih 11,9% vseh prebivalcev v republiki, ob koncu leta 1982 pa že preko 14%. Dobri rezultati so doseženi predvsem pri organiziranju občinskih specializiranih enot. Ustanovljenih je 540 teh enot, v katerih je vključeno preko 140.000 ljudi. V splošnih enotah civilne zaščite deluje približno 70.000 ljudi. Za delo zunaj SR Slovenije ali Jugoslavije bodo, predvidoma do 1983., po načrtu Republiškega štaba za civilno zaščito ustanovljene posebne intervencijske enote pri skupščinah mest Ljubljane, Maribora, Celja, Kranja, Novega mesta, Nove Gorice in Kopra.

Ob dosedanjih večjih nesrečah, zlasti potresih, so pri zaščiti in reševanju prebivalstva, materialnih in drugih dobrin vedno sodelovale oborožene sile Jugoslovanske ljudske armade, teritorialne obrambe in organi za notranje zadeve, vendar niso bile dovolj organizirane vključene v neposredne priprave civilne zaščite. Da se spodbudita skupno načrtovanje in delovanje, sta Poveljstvo 9. armade in Republiški sekretariat za ljudsko obrambo 1979. leta izdala posebno navodilo o skupnem delovanju pri zaščiti in reševanju.

V sistemu zaščite in reševanja ima pomembno vlogo in naloge tudi narodna zaščita. Z zakonom o splošni ljudski obrambi in družbeni samozaščiti predvidena organiziranost in delovanje narodne zaščite omogočata njeno aktivno vključevanje oziroma delovanje tudi pri zaščiti in reševanju. Ob naravnih nesrečah narodna zaščita zlasti vzdržuje red, zavaruje prizadeta območja reševalnih akcij in opravlja podobne naloge. Z uveljavljanjem vloge narodne zaščite niso več potrebne posebne enote civilne zaščite za vzdrževanje reda in varnosti.

Za učinkovito delovanje civilne zaščite ob naravnih in drugih nesrečah je zelo pomembna dejavnost organov za notranje zadeve. Ti zelo učinkovito delujejo pri odkrivanju oziroma ugotavljanju nevarnosti, obveščanju pristojnih organov, zavarovanju ogroženih oziroma prizadetih območij in številnih drugih družbeno samozaščitnih nalogah.

Načrti za delovanje civilne zaščite so izdelani v vseh občinah in skoraj vseh krajevnih skupnostih, organizacijah združenega dela in drugih samoupravnih organizacijah in skupnostih. Marsikje so ti načrti izdelani skupaj, čeprav bi morali biti operativni načrti izdelani za vsako hujšo nesrečo posebej. Načrti mnogokrat ne temeljijo dovolj na ocenah ogroženosti in so premalo konkretni. Čuti se pomanjkanje ustreznih študij o ogroženosti po naravnih nesrečah.

Mobilizacija sil in sredstev za zaščito ljudi in imetja ob najrazličnejših nesrečah temelji na Zakonu o splošni ljudski obrambi in družbeni samozaščiti ter se ureja z načrti civilne zaščite. Omenjeni zakon zadovoljivo rešuje vsa vprašanja v zvezi z mobilizacijo. Z zakonom o delovnih razmerjih (78. člen) je urejeno tudi trajanje dela prek polnega delovnega časa ob naravnih in drugih nesrečah.

Sistem opazovanja in obveščanja o naravnih nesrečah se razvija v okviru sistema splošne ljudske obrambe in družbene samozaščite. V Sloveniji so poleg Republiškega

centra za obveščanje organizirani tudi centri za obveščanje v vseh občinah in pokrajinah (regijah v SRS), vendar razen republiškega še niso usposobljeni za nepretrgano (celodnevno) delovanje v miru.

Ugotavljanje posledic naravnih nesreč

Pristojni izvršni sveti občinskih skupščin imajo nalogo, da v najkrajšem času po nesreči organizirajo strokovno ocenitev poškodb na objektih oziroma njihovo uporabnost za prvotni namen, ocenitev škod v kmetijstvu, gozdovih, na cestah, PTT napravah, itd. Pri večjih dosedanjih nesrečah, zlasti potresih, doslej za ta namen nismo bili dovolj pripravljene, saj smo morali take ekipe oblikovati neposredno po nesreči in jih po hitrem postopku tudi usposobiti za delo. Da bi to preprečili, smo v SR Sloveniji začeli ustanavljati in usposabljanje take ekipe oziroma kadre v vsaki občini. Organiziranih je bilo več enotedenskih tečajev in izdelan je bil strokovni priročnik za ocenitev škode in uporabnost objektov oziroma za praktično uresničevanje Navodila o enotni metodologiji za ocenitev škode pri elementarnih nesrečah. To navodilo, izdano 1979. leta na temelju Dogovora o ugotovitvi in ocenitvi škode pri elementarnih nesrečah (iz 1978. leta), naj bi zagotovilo enotno vrednotenje materialne škode ob potresih in poplavah kot podlaga za uporabo sredstev pomoči oziroma za ugotovitev upravičenosti in obsega medrepubliške solidarnosti. Pri dosednji uporabi tega navodila so prišle do izraza nekatere njegove pomanjkljivosti. V bodoče ga bo zato treba izpopolniti in dopolniti tudi z uporabo enotnih obrazcev za operativno zbiranje podatkov za računalniško obdelavo.

Zaloge materialnih rezerv za primere naravnih in drugih nesreč

Izkušnje pri vseh dosedanjih večjih naravnih nesrečah kažejo, da je pri pripravah družbe za učinkovito ukrepanje ob nesrečah posebno pomembno oblikovanje stalnih zalog življenjsko pomembnih potrebščin, zlasti sredstev za prvo pomoč, nastanitev (stanovanjske prikolice, šotori, itd.), prehrano in drugo. V Sloveniji smo po potresu v Črni gori 1979. leta pričeli organizirano oblikovati zaloge materialnih sredstev. Izvršni svet Skupščine SR Slovenije je sprejel program in zagotovil finančna sredstva za začasno nastanitev okoli 11.000 prebivalcev. Z družbenim planom razvoja SR Slovenije je predvideno, da bi se te zaloge povečale za nastanitev okrog 20.000 do 35.000 prebivalcev. Takšne zaloge ustvarjajo tudi v občinah. Ob večjih naravnih nesrečah je predvidena uporaba nastanitvenih kapacitet iz drugih virov (JLA, taborniki, Rdeči križ Slovenije, itd.). Dosedanje izkušnje v Sloveniji kažejo, da bi morali ob vseh naravnih nesrečah zagotoviti, da se sredstva pomoči po uporabi ohranijo v obliki rezerv družbenopolitičnih skupnosti, ne pa da se po uporabi razprodajo.

Financiranje ukrepov in aktivnosti za odpravljanje posledic naravnih nesreč

Temeljni nosilci odpravljanja posledic nesreč so delovni ljudje in občani v temeljnih organizacijah združenega dela ter v drugih samoupravnih organizacijah in skupnostih. Za večje naravne nesreče je oblikovan poseben sistem solidarnosti.

S preventivnim zavarovanjem premoženja in oseb si je do določene mere mogoče zagotoviti ekonomsko varnost. Povečalo se je število zavarovanj v kmetijstvu, vendar pa še zdaleč niso zajeti vsi.

Nekatere samoupravne interesne skupnosti so v sporazumih o temeljih plana za obdobje 1981—1985 predvidele samoupravno združevanje namenskih sredstev za odpravljanje posledic naravnih in drugih hudih nesreč na svojem področju (Zveza stanovaljskih skupnosti in občinske Zdravstvene skupnosti, slednje odvajajo na poseben račun v ta namen 0,1% od skupno ugotovljenega letnega prihodka). Takšne oblike je treba spodbujati tudi na drugih področjih. Uveljavilo naj bi se tudi solidarnostno prelivanje med interesnimi skupnostmi.

Na osnovi Zakona o sredstvih rezerv (SRS) oziroma Zakona o financiranju splošnih družbenih potreb v družbenopolitičnih skupnostih se lahko iz sredstev rezerv ob posameznih naravnih nesrečah najprej uporabijo »interventna« sredstva. Skupščina SR Slovenije je na osnovi zakona o proračunu pooblastila Izvršni svet Skupščine SR Slovenije, da lahko sam hitro odloča o uporabi teh sredstev do višine 5.000.000 din v posameznem primeru.

Oblikovanje in uporaba sredstev solidarnosti na medrepubliški ravni temelji na treh družbenih dogovorih: Dogovor o oblikovanju sredstev solidarnosti narodov in narodnosti Jugoslavije ter republik in pokrajin za odpravljanje posledic elementarnih nesreč, Dogovor o dajanju sredstev solidarnosti republikam in avtonomnim pokrajinama za medsebojno pomoč pri odpravljanju posledic večjih potresov ali poplav, Dogovoru o ugotavljanju in ocenjevanju škode ob elementarnih nesrečah. Po letu 1975 so vse republike in avtonomni pokrajini sprejele posebne zakone o oblikovanju in uporabi sredstev solidarnosti.

V Sloveniji smo na podlagi Zakona o oblikovanju sredstev solidarnosti za odpravljanje posledic naravnih nesreč sprejeli še družbeni dogovor o načinu uporabe in upravljanja s sredstvi solidarnosti ter tako zagotovili samoupravno odločanje delovnih ljudi in občanov o uporabi teh sredstev ter odgovornosti za njihovo namensko trošenje. Razen enotne metodologije za ugotavljanje in oceno škode, ta sistem v praksi še ni bil v celoti uveljavljen.

S solidarnostnimi sredstvi, zbranimi na osnovi medrepubliškega dogovora, ne moremo v celoti nadomestiti škode, ki nastane ob naravni nesreči. Namen dodeljevanja teh sredstev je predvsem normaliziranje stanja na prizadetem območju. Zato je ob večjih naravnih nesrečah nujno treba zagotoviti še dodatne ukrepe in iskati še druge vire.

Prispevki republik in obeh pokrajin za oblikovanje sredstev solidarnosti na medrepubliški ravni se zbirajo v višini 0,2% družbenega proizvoda. V SR Sloveniji se letno zbirajo v višini 0,2% družbenega proizvoda. V SR Sloveniji se letno zbirajo sredstva za solidarnostno pomoč v višini 0,8% družbenega proizvoda SRS iz predhodnega leta. Uveljavljanje medrepubliške solidarnosti je opravičeno, če so ugotovljene škode, ki presegajo 4% družbenega proizvoda gospodarstva republike.

V SR Sloveniji se sredstva solidarnosti za odpravljanje posledic naravnih nesreč oblikujejo pretežno iz enodnevnega zasluzka delavcev in občanov v juliju. Dosedanji način obračunavanja in plačevanja sredstev se je izkazal kot ustrezen in učinkovit. Dodeljena sredstva solidarnosti ob nesrečah so krila od 6 do 8% vse nastale škode.

Iz zaključkov razprav v Skupščini SR Slovenije povzemamo, da smo si v Sloveniji ob različnih naravnih nesrečah, zlasti potresih in poplavah, pridobili mnogo dragocenih izkušenj pri organiziranju preventive, zaščite in reševanja človeških življenj ter imetja. Mnogo teh izkušenj je upoštevanih v izgradnji sistema zaščite in reševanja, kar se neposredno odraža v njegovem učinkovitem delovanju. Marsikaj pa je potrebno še storiti. V bodoče je treba zagotoviti stalno spremljanje nevarnosti naravnih nesreč, izdelati ustrezne analize ogroženosti, ki so nujno potrebna osnova za načrtovanje preventivnih in drugih ukrepov zaščite. Da bi to lahko dosegli, je treba okrepi tudi znanstvenoraziskovalno in strokovno dejavnost na tem področju.

Literatura

- Poročilo o uresničevanju enotnega sistema organizacije, odgovornosti in obveznosti ob naravnih in drugih nesrečah v SR Sloveniji. Poročevalec Skupščine SR Slovenije in Skupščine SFR Jugoslavije za delegate in delegacije, št. 9., L. 8., 1982, Ljubljana
- Smeri in cilji razvoja civilne zaščite v SR Sloveniji v obdobju 1981—1985. Predsedstvo socialistične republike Slovenije, Izvršni svet Skupščine SRS. Junij 1981, Ljubljana
- Uresničevanje enotnega sistema organizacije, odgovornosti in obveznosti ob naravnih in drugih nesrečah v SR Sloveniji. Skupščina SR Slovenije, junij 1982, Ljubljana
- Ušeničnik, B., 1982: Delovanje enotnega sistema organizacije, odgovornosti in obveznosti ob naravnih in drugih nesrečah v SR Sloveniji. Republiški center za obrambno usposabljanje Poljče

Ušeničnik, B., 1983: Civilna zaščita. Republiški center za obrambno usposabljanje Poljče
Zakon o splošni ljudski obrambi in družbeni samozaščiti
Zakon o delovnih razmerjih
Zakon o financiranju splošnih družbenih potreb
Zakon o sredstvih rezerv
Zakon o proračunu
Zakon o oblikovanju sredstev solidarnosti za odpravljanje posledic naravnih nesreč (SRS)
Družbeni dogovor o načinu uporabe in upravljanja s sredstvi solidarnosti (SRS)
Dogovor o ugotavljanju in ocenjevanju škode ob elementarnih nesrečah
Dogovor o dajanju sredstev solidarnosti republikam in avtonomnim pokrajinama za medsebojno pomoč pri odpravljanju posledic večjih potresov ali poplav.
Dogovor o oblikovanju sredstev solidarnosti narodov in narodnosti Jugoslavije ter republik in pokrajin za odpravljanje posledic elementarnih nesreč
Navodila o enotni metodologiji za ocenitev škode pri elementarnih nesrečah
Priročnik za ocenitev škode in uporabnost objektov

S u m m a r y
Organisation of our society for natural hazards
Milan Orožen Adamič

Natural hazards are not only an important security question, but also a very important economic question, demanding organised and well planned action. Assembly of SR Slovenia discussed and accept several acts about that. Civil defence, national defence and other factors involed in action with natural hazards are growing up. It is build up a standarized sistem of natural hazards estimation of damages. There are formed significant material reserves and a sistem of financial suport based on a solidarity relief action.

DODATNA LITERATURA O NARAVNIH NESREČAH V SLOVENIJI

Že ob pripravah na to posvetovanje smo prosili sodelavce, da nam posredujejo tudi dodatno literaturo o naravnih nesrečah, ki je sicer ne navajajo ob prispevkih. Odzvala sta se mag. A. Grimšičar in dr. M. Šifrer. Poleg tega smo si pomagali še s kartoteko literature o naravnih nesrečah iz knjižnice Geografskega inštituta Antona Melika ZRC SAZU. Na tem mestu navajamo le naslove, ki so razen redkih izjem pisani v slovenščini in v veliki večini publicirani ter lahko dostopni.

SPLOŠNO

- Gams, I., 1983, Geografija i proučavanje prirodnih nepogoda. Zbornik XI. konresa geografa SFRJ, Titograd.
- 1983, O razsežnosti in potrebnosti raziskovanja naravnih nesreč v Jugoslaviji. Naravne nesreče v Jugoslaviji, zbornik zveznega simpozija o metodologiji geografskega proučevanja naravnih nesreč, Ljubljana.
 - Bat, M., 1983, Metodologija kartiranja ogroženosti visokogorskih dolin. Naravne nesreče v Jugoslaviji, zbornik zveznega simpozija o metodologiji geografskega proučevanja naravnih nesreč, Ljubljana.
- Lapajne, J., 1983, Poskus klasifikacije nesreč. Naravne nesreče v Jugoslaviji, zbornik zveznega simpozija o metodologiji geografskega proučevanja naravnih nesreč, Ljubljana.
- Naravne nesreče v Jugoslaviji; s posebnim ozirom na metodologijo geografskega proučevanja. Zbornik zveznega simpozija o metodologiji proučevanja naravnih nesreč, Zveza geografskih društev Jugoslavije, Ljubljana, 13.—15. 1983.
- Orožen Adamič, M., 1978, Geografsko proučevanje naravnih katastrof s posebnim ozirom na posledice potresa v Posočju. Geografski obzornik 2, Ljubljana.
- 1983, Poskus osvetlitve nekaterih elementov proučevanja naravnih nesreč. Naravne nesreče v Jugoslaviji, zbornik zveznega simpozija o metodologiji geografskega proučevanja naravnih nesreč, Ljubljana.
- Radinja, D., 1983, Naravne nesreče v geografski luči. Naravne nesreče v Jugoslaviji, zbornik zveznega simpozija o metodologiji geografskega proučevanja naravnih nesreč, Ljubljana

POTRESI

- Gams, I., 1975, Potres 6. 5. 1976 v Zgornjem Posočju in neotektonska morfologija Starijskega podolja. Geografski obzornik 23, Ljubljana 1976.
- 1976, O tektoniki plošč kot razlagi potresov, Geografski zbornik 23, 3—4, Ljubljana.
 - 1977, Furlanski potresi 1976 kot naravoslovni pojav. Jadranski koledar, Trst.
- Kladnik, D., 1977, Učinki potresa na primeru manj razvitega območja Breginjskega kota. Diplomski naloga, tipkopis, Knjižnica oddelka za geografijo FF, Ljubljana.
- 1983, Kompleksno proučevanje potresnih učinkov v manjših regionalnih enotah na primeru Breginjskega kota. Naravne nesreče v Jugoslaviji, zbornik zveznega simpozija o metodologiji geografskega proučevanja naravnih nesreč, Ljubljana.
- Lapajne, J., 1981, Social and economic risk. Social and Economic Aspects of Earthquakes, Third International Conference, Bled, ZRMK, 1982.
- 1982, Ocena potresne ogroženosti. V. Seizmičnost, verjetnostne metode v seizmologiji in seizmično tveganje v SR Sloveniji. Tipkopis, IKPIR-FAGG, Ljubljana.

- 1983, Ocenjevanje potresne ogroženosti. Naravne nesreče v Jugoslaviji, zbornik zveznega simpozija o metodologiji geografskega proučevanja naravnih nesreč, Ljubljana.
- Orožen, Adamič, M., Kunaver, J., 1978, Zgornje Posočje po potresu. Zbornik 10. zborovanja slovenskih geografov, Tolmin—Bovec, 1975, Ljubljana.
- Orožen, Adamič, 1979, Geografski učinki potresov v letu 1976 v Sloveniji. Magistrsko delo, tipkopis, Knjižnica oddelka za geografijo FF, Ljubljana.
- 1980, Učinki potresa leta 1976 v Posočju. Potresni zbornik, Tolmin.
- 1981, The Effects of the 1976 Earthquake in the Soča River Basin. Social and Economic Aspects of Earthquakes, Third International Conference, Bled, ZRMK, 1982.
- Pak, M., 1978, Učinki potresa v Posočju. Vodnik. Inštitut za geografijo Univerze v Ljubljani. Zemljepisni muzej, tipkopis, Ljubljana.
- Kladnik, D., 1978, Regionalno prostorske posledice potresa v Posočju. Inštitut za geografijo Univerze Edvarda Kardelja, tipkopis, Ljubljana.
- Petrle, L., 1979, Smernice za celovito obnovo, načrtovanje dolgoročnega razvoja in ureditev prostora v Posočju. Urbanistični inštitut SR Slovenije, tipkopis, Ljubljana.
- Pleničar, M., 1954, Sledovi zemeljskih prelomov na Notranjskem in Primorskem. Proteus 16, Ljubljana
- 1956, O potresu pri Ilirski Bistrici. Proteus 18, Ljubljana.
- Potresni zbornik. Uredil Dolenc, J., izdala Občinska konferenca SZDL Tolmin, 1980.
- Rakovec, I., 1935, Potresi v luči geologije. Kronika 2, Ljubljana.
- Ribačič, V., Grimšičar, A., Sovinc, E., Lapajne, J., 1973, Seizmična mikrorajonizacija Ljubljane. Sklad Borisa Kidriča, tipkopis, elaborat, Ljubljana.
- Ribačič, V., 1980, Potresi v Furlaniji in Posočju leta 1976, kratka seizmološka zgodovina in seizmičnost obrobja vzhodnih Alp. Potresni zbornik, Tolmin.
- Seidl, F., 1918, Zemeljski potres pri Brežicah in Krški vasi dne 29. januarja 1917. Camiolia, IX.
- Social and Economic Aspects of Earthquakes. Urednika Barclay G. Jones, M. Tomažević, Proceedings of the third international conference: The social and economic aspects of earthquakes and planing to mitigate their impacts. Bled, 26.6.—2. 7. 1981, ZRMK, Program in Urban and Regional Studies, Cornell University, Ithaca, New York.
- Sore, A., 1977, Tektonski potres na Voglajnsko-Sotelskem področju leta 1974. Celjski zbornik, 1975—1976, Celje.

POPLAVE

- Gregorčič, M., 1975, Poplave v Poljanski dolini. Loški razgledi 22, Škofja Loka.
- Habe, F., 1966, Katastrofalne poplave pred našimi turističnimi jamami. Naše jame, 8, Postojna.
- Ilešič, S., 1938, Škofjeloško hribovje, geografski opis Poljanske in Selške doline. Geografski vestnik 14, Ljubljana.
- Jenko, C., 1964, Kaj bo s strugo Drave. Socialistično kmetijstvo 15, Ljubljana.
- Lovrenčak, F., 1977, Prst in rastje poplavnega sveta na Grosupeljskem in Radenskem polju. Geografski zbornik 17, Ljubljana.
- 1979, Prsti in rastje poplavnega sveta ob Rižani in Badaševici. Geografski zbornik 19, Ljubljana.
- 1979, Prsti in rastje poplavnega sveta ob Dragonji. Geografski zbornik, 19, Ljubljana.
- 1981, Prsti in rastje poplavnega sveta v Grosupeljski kotlini. Geografski zbornik, 20, Ljubljana.
- Melik, A., in sodelavci, 1954, Povodenj okrog Celja junija 1954. Geografski zbornik 16, Ljubljana.

- Natek, M., 1973, Družbenogeografske značilnosti poplavnega sveta v porečju Pšate. Geografski zbornik, 15, Ljubljana.
- Orožen Adamič, M., Kolbezen, M., 1983, Neurje in visoke vode Poljanske Sore v letu 1982. Geografski zbornik, 23, Ljubljana.
- Planina, F., 1961, Reka Sora, njeno porečje in njen režim. Loški razgledi, 8, Škofja Loka. Vodnogospodarske osnove. Zveza vodnih skupnosti Slovenije. Ljubljana, 1978.
- Zemljič, M., 1972, Erozijski pojavi v Sloveniji. Gozdarski vestnik, 20, Ljubljana.

ZEMELJSKI PLAZOVI, USADI, PODORI

- De Reggi, M., 1949, Pred 600 leti se je podsul Dobrač. Planinski vestnik, 49, Ljubljana.
- Drobne, F., Ivankovič, J., Ribičič, M., 1976, Inženirsko geološke posebnosti slovenskega ozemlja. Jugoslovanski geološki kongres (8), 4, Ljubljana.
- Fašalek, M., 1979, Primer sanacije ugreza v proizvodni hali v Grosupljern. Gradbeni vestnik, 19, Ljubljana.
- Gjura, J., Grimšičar, A., Ravnikar, J., 1972, Geologija na avto cestah Slovenije in reševanje problemov grajenja. Nova proizvodnja, 23, št. 2—3, Ljubljana.
- Gospodarič, R., 1961, Nekaj misli o zadnjem ugrezu v Tomaju. Naše jame, 3, št. 1—2, Ljubljana.
- Grimšičar, A., 1959, Inženirsko geološke razmere ob avtomobilski cesti Ljubljana—Zagreb, 8. Kongres Jugoslovanskega društva za mehaniko tal in fundiranje, 2. zvezek, Novi Sad.
- 1960, Zemeljski plazovi, podori in poseđi. Proteus, 22, št. 6, Ljubljana.
 - 1972, Geološke osnove za seizmičnu mikrorajonizaciju Ljubljane. Jugoslovanski simpozijum o hidrogeologiji i inženirskoj geologiji. 2. Sarajevo-Beograd.
 - 1973, Inženirskogeološke razmere ob trasi avtomobilske ceste Hoče—Levec. Geologija, 16, Ljubljana.
 - 1974, Einige Erfahrungen bei der Ausführung der tiefen Einschnitte an der Autobahn Maribor—Celje und Vrhnika—Postojna. Podunavsko-evropsko svetovanje za mehaniku tla i fundiranje, 4, Bled.
 - 1980, Opazovanje stabilnosti jezov HE v Sloveniji. Jugoslovanski simpozij o hidrologiji in inženirski geologiji 6, Inženirska geologija, Portorož.
 - 1980, Plaz pri Kranjcu na hitri cesti Maribor—Celje. Jugoslovanski simpozij za hidrogeologijo in inženirsko geologijo. Inženirska geologija, Portorož.
 - 1981, Razvoj in dejavnost inženirske geologije v Sloveniji. Jugoslovanski simpozij o hidrogeologiji in inženirski geologiji. 6, Portorož, Postojna.
- Ilešič, S., 1956, Dobrač, podrtá gora nad slovensko zemljo. Planinski vestnik, 56, Ljubljana.
- Kladnik, D., 1981, Melišča v Kamniško-Savinjskih Alpah. Gorenjska, Ljubljana.
- Kukovič, M., 1972, Erozijski pojavi v luči zapolnjevanja akumulacijskih bazenov. Geografski zbornik, 19, Ljubljana.
- Lovrenčak, F., 1969, Nov udor pri vasi Studenec. Proteus, 32, Ljubljana.
- Pavlovec, R., 1959, Nevaren usad. Proteus, 21, Ljubljana.
- Planina, F., 1952, Podor na Javorščku. Geografski vestnik, 24, Ljubljana.
- Prekošek, B., 1961, Udor na Kranjskem polju. Proteus, 23, Ljubljana.
- Puc, M., 1981, Ledeniški balvani v Kamniški Bistrici. Proteus, 44, št. 2, Ljubljana.
- Radinja, D., 1971, Usad nad Podrago v Vipavski dolini. Geografski zbornik, 12, Ljubljana.
- Sore, A., 1974, Montanogene ugreznine v Velenjski kotlini. Geografski vestnik, 46, Ljubljana.
- Sovinc, I., 1959, Geomehanska analiza plazov ob Ižici. 8. kongres jugoslovanskog društva za mehaniku tla i fundiranje. Novi Sad.
- Študentje geografije 1971, Kamniti plaz s Kokrškega sedla v kot doline Kamniške Bistrice. Proteus, 33, Ljubljana.

- Šuklje, L., Sovinc, I., 1957, Landslides in Tertiary Clay in the Upper Sava Valley. Proceedings Yug. Soc. Soil Mechanics and Foundation Engineering, Ljubljana.
- Stevanović, S., 1957, Stabilnost kanalskih kosina u glinovitoprašinstom tlu. Tehnika 10, Beograd.
- Tregubov, V., 1952, Plazovi in zaščita zemljišča v Soški dolini. Gozdarski vestnik, Ljubljana.

NEURJA, NALIVI

- Bernot, F., 1973, Smeri gibanja nevihtne aktivnosti na področju SR Slovenije. Razprave. Društvo meteorologov Slovenije, Ljubljana.
- Furlan, D., 1953, Nova padavinska karta Slovenije. Geografski vestnik, 25, Ljubljana.
- 1961, Padavine v Sloveniji. Geografski zbornik, 6, Ljubljana.
 - 1962, Katastrofalno neurje nad Mežiško dolino, 21. 6. 1961. Meteorološka klimatološka študija. Geografski zbornik, 7, Ljubljana.
 - 1968, Zona maksimalnih padavin v Julijskih Alpah in njena utemeljitev. Razprave, 10, Društvo meteorologov Slovenije, Ljubljana.
- Kunaver, P., 1954, Po nalivu v Beli dolini. Proteus, 16, Ljubljana.
- Natek, K., 1983, Hudi nalivi s točo na celjskem območju in na Gorenjskem dne 29. junija 1982. Geografski zbornik, 23, Ljubljana.
- Pučnik, J., 1971, Značilnosti vremena in klime našega gorskega in visokogorskega sveta. Turistični vestnik, 19, Ljubljana.
- Rebula, E., 1969, Posledice neurja iz leta 1965 v gozdovih na območju obrata Cerknica. Gozdarski vestnik, Ljubljana.

SNEŽNI PLAZOVI, SNEG

- Bernot, F., 1968, Sneg in plazovi. Hidrometeorološki zavod SRS, tipkopis, Ljubljana.
- 1972, Nekaj o snežnih plazovih. Planinski vestnik, 11, Ljubljana.
- Furlan, D., 1955, Snežne padavine v Sloveniji 11.—15. februarja 1952. Geografski zbornik, 3, Ljubljana.
- 1971, Maksimalne snežne obtežitve v Sloveniji. Gradbeni vestnik, 5, Ljubljana.
- Jeršič, M., 1960, Pomen trajanja snežne odeje in reliefa na zimski turizem v Sloveniji. Tipkopis, Knjižnica oddelka za geografijo FF, Ljubljana.
- Manohin, V., 1959, O nastanku in ohranitvi snežišč in ledenikov v gorah. Geografski vestnik, 31, Ljubljana.
- Manohin, V., Gams, I., 1960, Še o nastanku in ohranitvi snežišč in ledenikov v gorah. Geografski vestnik, 32, Ljubljana.
- Šifrer, M., 1961, Snežišča v Kamniških Alpah, Geografski zbornik, 6, Ljubljana.

POZEBA

- Furlan, D., 1965, Temperature v Sloveniji. Dela, 7, Inštitut za geografijo SAZU, Ljubljana.
- Meze, D., 1959, Pozeba oljk v Primorju leta 1956. Geografski zbornik, 5, Ljubljana.

SUŠA

- Pučnik, J., 1957, Vreme v poletju 1956 v Sloveniji. Turistični vestnik, 5, Ljubljana.

Zbral Milan Orožen Adamič

K A Z A L O

Predgovor	3
Preface	
Pozdravni nagovori	5
Ivan Gams, Naravne nesreče v Sloveniji v pregledu	10
A review of the natural disasters in Slovenia	
Vladimir Ribarič, Potresna nevarnost v Sloveniji	18
Threat of the earthquake in Slovenia	
Milan Orožen Adamič, Nekatere kapacitete seizmičnih območij Slovenije	27
Some capacities of Slovene seismic areas	
Milan Šifrer, Vzroki in učinki rečnih poplav na Slovenskem	41
Causes and effects of the river inundations in Slovenia	
Franc Bernot, Vzroki in pogostost poplav ob slovenski obali	50
Causes and frequency of the sea inundations in Koper Littoral	
Julij Titel, Poplavna območja v Koprskem Primorju	54
Areas of sea inundations in Koper Littoral	
Anton Grimšičar, Zemeljski plazovi v Sloveniji	59
Landslides in Slovenia	
Darko Radinja, Usadi v subpanonski Sloveniji	67
Landslides in Sub-Panonian Slovenia	
Ivan Gams, Ogroženost zaradi snežnih plazov	75
Threat of the snow avalanches	
Ciril Zrnec, Marija Turk, Nevarnost pozebe in mraza	83
Threat of the freezing and frost	
Karel Natek, Ogroženost Slovenije zaradi suše	94
Threatening of Slovenia by drought	
Saša Bleiweis, Ujme, njihova pogostost in škoda v slovenskih gozdovih	101
Climatic disasters, their frequency and effects in the Slovene forests	
Darko Radinja, Žledne ujme v Sloveniji	107
Intensive glaze frosts in Slovenia	
Andrej Kranjc, Ogroženost Slovenije zaradi toče	116
Threat of hail in Slovenia	
Marjan Gliha-Vavpotič, Pogostost neviht s strelom na Slovenskem	126
Frequency of thunderstorms	
Ivan Gams, Tomaž Cunder, Ljudska zaznava ogroženosti ter znanje o potresih in poplavah (na primeru južnega roba Ljubljane)	131
People's perception of the threatened environment and knowledge on the earthquake and flood (case study at the southern rim of Ljubljana)	
Milan Orožen Adamič, Organiziranost naše družbe za primere naravnih nesreč	135
Organisation of our society for natural hazards	
Literatura o naravnih nesrečah	140

NARAVNE NESREČE V SLOVENIJI

